

GRZIMEKS TIERLEBEN



NIEDERE TIERE



ENZYKLOPÄDIE DES TIERREICHS IN 13 BÄNDEN

herausgegeben von Bernhard Grzimek

Band 1-3

NIEDERE TIERE
INSEKTEN
WEICHTIERE UND STACHELHÄUTER

Band 4-6

FISCHE 1
FISCHE 2 UND LURCHE
KRIECHTIERE

Band 7-9

VÖGEL

Band 10-13

SÄUGETIERE

Farbtafeln und Farbfotos mit mehr als 8.000 Tierdarstellungen
Über 2.000 Textabbildungen

GRZIMEKS TIERLEBEN

ENZYKLOPÄDIE DES TIERREICHES

Band 1

NIEDERE TIERE



Bechtermünz

Lizenzausgabe für Weltbild Verlag, Augsburg 2000
mit Genehmigung der Droemerschens Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf. GmbH & Co., München
Copyright © Erbgemeinschaft Grzimek

Umschlaggestaltung: Gestaltungsbüro Uhlig, Augsburg

Umschlagfotos: Strahlentierchen (Manfred Kage/Peter Arnold, Inc., OKAPIA, Frankfurt a.M.)
Spinne (G. & M. Köhler, OKAPIA, Frankfurt a. M.)

Druck und Bindung: Appl, Wemding

Unveränderter Nachdruck der dtv-Ausgabe von 1979/80

Printed in Germany
ISBN 3-8289-1603-1

HERAUSGEBER UND VERFASSER

DR. DR. H. C. BERNHARD GRZIMEK
 Professor, Justus-Liebig-Universität Gießen
 Beauftragter der Bundesregierung für Angelegenheiten des Naturschutzes
 Direktor des Zoologischen Gartens Frankfurt a. M.

UND

DR. MICHAEL ABS Kustos an der Ruhr-Universität	BOCHUM
DR. SÁLIM ALI Bombay Natural History Society	BOMBAY
DR. RUDOLF ALTEVOGT Professor und Abteilungsvorsteher, Zoologisches Institut der Universität	MÜNSTER
DR. RENATE ANGERMANN Kustos, Institut für Spezielle Zoologie der Humboldt-Universität	BERLIN
EDWARD A. ARMSTRONG, M. A. Cambridge University	CAMBRIDGE
DR. PETER AX Professor, Zweites Zoologisches Institut und Museum der Universität	GÖTTINGEN
DR. FRANZ BACHMAIER Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. PEDRU BANARESCU Academia RSR, Institutul de Biologie »Trajan Savulescu«	BUKAREST
DR. A. G. BANNIKOW Professor, Veterinärmedizinisches Institut	MOSKAU
DR. HILDE BAUMGÄRTNER Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
C. W. BENSON Department of Zoology, Cambridge University	CAMBRIDGE
DR. ANDREW BERGER Chairman, Department of Zoology, University of Hawaii	HONOLULU
DR. J. BERLIOZ Muséum National d'Histoire Naturelle	PARIS
DR. RUDOLF BERNDT Leiter der Außenstation Braunschweig für Populationsökologie, Vogelwarte Helgoland	BRAUNSCHWEIG
DIETER BLUME Biologielehrer an der Freiherr-vom-Stein-Schule	GLADENBACH
DR. MAXIMILIAN BOECKER Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	BONN
DR. CARL-HEINZ BRANDES Kustos, Leiter des Aquariums, Übersee-Museum	BREMEN
DR. HEINZ BRÜLL Leiter der Forschungsstation Wild, Wald und Flur	HARTENHOLM
DR. HERBERT BRUNS Leiter des Instituts für Biologie und Lebensschutz	SCHLANGENBAD
HANS BUB Institut für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland«	WILHELMSHAVEN
A. H. CHISHOLM	SYDNEY
HERBERT THOMAS CONDON Curator of Birds, South Australian Museum	ADELAIDE

Dozent und Leiter der Arbeitsgruppe für Verhaltensforschung an der Ruhr-Universität	DR. EBERHARD CURIO	BOCHUM
Dierfysiologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	DR. SERGE DAAN	AMSTERDAM
Professor, Direktor des Tierparks und der Zoologischen Forschungsstelle der Deutschen Akademie der Wissenschaften	DR. HEINRICH DATHE	BERLIN
Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	DR. WOLFGANG DIERL	MÜNCHEN
Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	DR. FRITZ DIETERLEN	BONN
o. Professor, Pädagogische Hochschule	DR. ROLF DIRCKSEN	BIELEFELD
Biologielehrer am Gymnasium	JOSEF DONNER	KATZELSDORF/ÖSTERREICH
Professor, Muséum National d'Histoire Naturelle	DR. JEAN DORST	PARIS
Professor, Oberkustos am Zoologischen Institut der Universität	DR. GERTI DÜCKER	MÜNSTER
Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum	DR. MICHAEL DZWILLO	HAMBURG
Professor, Arbeitsgruppe für Humanethologie am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie	DR. IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT	PERCHA/STARNBERG
Professor, Direktor des Zoologischen Forschungsinstituts und Museums A. Koenig	DR. MARTIN EISENTRAUT	BONN
Schweizerisches Tropeninstitut	DR. EBERHARD ERNST	BASEL
Direktor, Muséum National d'Histoire Naturelle	R.-D. ETCHECOPAR	PARIS
Direktor des Dominion Museum	DR. R. A. FALLA	WELLINGTON/NEUSEELAND
Leiter der Abteilung Niedere Tiere, Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	DR. HUBERT FECHTER	MÜNCHEN
Universitätsdozent, Direktor des Tiergartens Schönbrunn	DR. WALTER FIEDLER	WIEN
Tierinspektor, Tierpark	WOLFGANG FISCHER	BERLIN
Geological Survey Department of Scientific and Industrial Research	DR. C. A. FLEMING	LOWER HUTT/NEUSEELAND
Zoologischer Garten	DR. HANS FRÄDRICH	BERLIN
o. Professor, Direktor des Biologischen Instituts der Medizinischen Fakultät, Universität	DR. HANS-ALBRECHT FREYE	HALLE A. D. S.
Diplom-Biologe, früher Leiter der Reptilien- und Amphibiensammlung des Kulturhistorischen Museums Magdeburg	GÜNTHER E. FREYTAG	BERLIN
Direktor, Los Angeles County Museum of Natural History	DR. HERBERT FRIEDMANN	LOS ANGELES
Professor, Übersee-Museum	DR. H. FRIEDRICH	BREMEN
Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	DR. JAN FRIJLINK	AMSTERDAM

o. Professor em., Direktor i. R. des Zoologischen Instituts der Universität	DR. DR. H. C. KARL VON FRISCH	MÜNCHEN
Abteilungsleiter im Forschungsinstitut der C.S.I.R.O.	DR. H. J. FRITH	CANBERRA
Professor, Department of Biology, State University of New York	DR. CARL GANS	BUFFALO NY
Professor, Direktor des Schweizerischen Tropeninstituts	DR. RUDOLF GEIGY	BASEL
	DR. JACQUES GERY	ST. GENIES
	DR. WOLFGANG GEWALT	DUISBURG
	Direktor des Tierparks	
	DR. DR. H. C. DR. H. C. VIKTOR GOERTTLER	JENA
	Professor em., Universität	
Direktor des Instituts für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland«	DR. FRIEDRICH GOETHE	WILHELMSHAVEN
Herpetologische Abteilung, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	DR. ULRICH F. GRUBER	BONN
	DR. H. R. HAEFELFINGER	BASEL
	Naturhistorisches Museum	
Leiter der Säugetierabteilung, Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	DR. THEODOR HALTENORTH	MÜNCHEN
	BARBARA HARRISSON	ITHACA, NEW YORK
	Sarawak-Museum Kuching/Borneo	
	DR. FRANÇOIS HAVERSCHMIDT	PARAMARIBO
	Obergerichts-Präsident i. R.	
	DR. HEINZ HECK	CATSKILL NY
	Direktor der Catskill Game Farm	
Professor, Direktor i. R. des Zoologischen Gartens Berlin	DR. LUTZ HECK	WIESBADEN
	DR. DR. H. C. HEINI HEDIGER	ZÜRICH
	Professor, Direktor des Zoologischen Gartens	
Direktor a. D. des Zoologischen Gartens Münster/Westfalen	DR. DIETRICH HEINEMANN	DÖRNIGHEIM
	DR. HELMUT HEMMER	MAINZ
	Institut für Physiologische Zoologie der Universität	
	DR. W. G. HEPTNER	MOSKAU
	Professor, Zoologisches Museum der Universität	
o. Professor em., Direktor i. R. des Zoologischen Instituts der Freien Universität	DR. KONRAD HERTER	BERLIN
	DR. HANS RUDOLF HEUSSER	ZÜRICH
	Assistent am Zoologischen Museum der Universität	
	DR. EMIL OTTO HÖHN	EDMONTON/KANADA
	Associate Professor of Physiology, University of Alberta	
Professor, Leiter des Parasitologischen Instituts der Farbwerke Hoechst AG	DR. W. HOHORST	FRANKFURT-HÖCHST
	DR. FOLKHART HÜCKINGHAUS	FRANKFURT A. M.
	Dr. Senckenbergische Anatomie der Universität	
	FRANÇOIS HÜE	PARIS
	Muséum National d'Histoire Naturelle	
Professor, Zoologisches Institut der Technischen Universität	DR. K. IMMELMANN	BRAUNSCHWEIG
	DR. JUNICHIRO ITANI	KYOTO/JAPAN
	The Kyoto University	

DR. RICHARD F. JOHNSTON Professor of Zoology, The University of Kansas	LAWRENCE
OTTO JOST Oberstudienrat, Freiherr-vom-Stein-Gymnasium	FULDA
DR. PAUL KÄHSBAUER Kustos, Naturhistorisches Museum, Fische Sammlung	WIEN
DR. LUDWIG KARBE Zoologisches Staatsinstitut und Museum	HAMBURG
DR. N. N. KARTASCHEW Dozent, Biologische Fakultät Lomonossow Staatsuniversität	MOSKAU
DR. REINHARD KAUFMANN Außenstelle des Tropeninstituts der Justus-Liebig-Universität Gießen	SANTA MARTA/ COLOMBIA, S. A.
DR. MASAO KAWAI Primatenforschungsinstitut, The Kyoto University	KYOTO/JAPAN
DR. ERNST F. KILIAN Professor, Universität Gießen und Catedratico Universidad Austral, Valdivia-Chile	GIESSEN
DR. RAGNAR KINZELBACH Institut für Allgemeine Zoologie der Universität	MAINZ
DR. HEINRICH KIRCHNER Landwirtschaftsrat i. R.	BAD OLDESLOE
DR. ROSL KIRCHSHOFER Zoologischer Garten der Universität	FRANKFURT A. M.
DR. WOLFGANG KLAUSEWITZ Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. KONRAD KLEMMER Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. HEINZ-GEORG KLÖS Professor, Direktor des Zoologischen Gartens	BERLIN
URSULA KLÖS Zoologischer Garten	BERLIN
DR. OTTO KOEHLER o. Professor em., Zoologisches Institut der Universität	FREIBURG I. BR.
DR. KURT KOLAR Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften	WIEN
DR. CLAUD KÖNIG Staatliche Vogelschutzwarte für Baden-Württemberg	LUDWIGSBURG
DR. ADRIAAN KORTLANDT Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	AMSTERDAM
DR. HELMUT KRAFT Professor, Wissenschaftlicher Rat an der Medizinischen Tierklinik der Universität	MÜNCHEN
DR. HELMUT KRAMER Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	BONN
DR. FRANZ KRAPP Zoologisches Institut der Universität	FREIBURG/SCHWEIZ
DR. OTTO KRAUS o. Professor, Universität Hamburg, Direktor des Zoologischen Instituts und Museums	HAMBURG
DR. DR. HANS KRIEG Professor, Erster Direktor i. R. der Wissenschaftl. Sammlungen des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. HEINRICH KÜHL Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Laboratorium Cuxhaven	CUXHAVEN
DR. OSKAR KUHN Professor, früher Universität Halle/Saale	MÜNCHEN
DR. HANS KUMERLOEVE Erster Direktor a. D. der Wissenschaftlichen Staatsmuseen Wien	MÜNCHEN

DR. NAGAMICHI KURODA
Ornithologisches Institut Yamashina, Shibuya-ku TOKIO

DR. FRED KURT
Zoologisches Museum der Universität Zürich,
Smithsonian Elephant Survey COLOMBO

DR. WERNER LADIGES
Professor, Hauptkustos, Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum HAMBURG

DR. ERNST M. LANG
Privat-Dozent, Direktor des Zoologischen Gartens BASEL

DR. ALFREDO LANGGUTH
Universidad de la Republica Facultad de Humanidades y Ciencias Departamento de
Zoologia MONTEVIDEO/URUGUAY

LEO LEHTONEN
Magister, Wissenschaftl. Schriftsteller HELSINKI

BERND LEISLER
Zweites Zoologisches Institut der Universität WIEN

DR. KURT LILLELUND
o. Professor, Direktor des Instituts für Hydrobiologie
und Fischereiwissenschaft der Universität HAMBURG

R. LIVERSIDGE
Alexander MacGregor Memorial Museum KIMBERLEY/S. A.

DR. DR. KONRAD LORENZ
Professor, Direktor am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie SEEWIESEN/OBB.

DR. DR. MARTIN LÜHMANN
Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht CELLE

DR. JOHANNES LÜTTSCHWAGER
Oberstudienrat a. D. HEIDELBERG

DR. WOLFGANG MAKATSCH BAUTZEN

DR. HUBERT MARKL
o. Professor, Direktor des Zoologischen Instituts der Technischen Hochschule DARMSTADT

BASIL J. MARLOW
B. Sc. (Hons.), Kurator, Australian Museum SYDNEY

DR. THEODOR MEBS
Biologielehrer WEISSENHAUS/OSTSEE

DR. GERLOF FORKO MEES
Kustos der Vogelabteilung des Rijksmuseums van Natuurlijke Historie LEIDEN

HERMANN MEINKEN
Leiter der Fischbestimmungsstelle des VDA BREMEN

DR. WILHELM MEISE
Hauptkustos, Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum HAMBURG

DR. JOACHIM MESSTORFF
Außenstelle der Bundesforschungsanstalt für Fischerei BREMERHAVEN

DR. MARIAN MLYNARSKI
Professor, Polnische Akademie der Wissenschaften, Institut für Systematische und
Experimentelle Zoologie KRAKAU

DR. WALBURGA MOELLER
Naturkunde-Museum BAMBERG

DR. H. C. ERNA MOHR
Kustos i. R. des Zoologischen Staatsinstituts und Museums HAMBURG

DR. KARL-HEINZ MOLL WAREN/MÜRITZ

DR. DETLEV MÜLLER-USING
Professor am Institut für Jagdkunde der Universität Göttingen HANNOVERSCH MÜNDEN

WERNER MÜNSTER
Fachlehrer für Biologie EBERSBACH

DR. JOACHIM MÜNZING Altonaer Museum	HAMBURG
DR. WILBERT NEUGEBAUER Wilhelma-Zoo	STUTTGART- BAD CANNSTATT
DR. IAN NEWTON Senior Scientific Officer, The Nature Conservancy	EDINBURGH
DR. JÜRGEN NICOLAI Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie	SEEWIESEN/OBB.
DR. GÜNTHER NIETHAMMER Professor, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum A. Koenig	BONN
DR. BERNHARD NIEVERGELT Zoologisches Museum der Universität	ZÜRICH
DR. C. C. OLROG Instituto Miguel Lillo San Miguel de Tucumán	TUCUMÁN
ALWIN PEDERSEN Säugetier- und Polarforscher	HOLTE/DÄNEMARK
DR. DIETER STEFAN PETERS Diplom-Biologe, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. NICOLAUS PETERS Wissenschaftlicher Rat und Privat-Dozent am Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität	HAMBURG
DR. HANS-GÜNTER PETZOLD Stellvertretender Direktor des Tierparks	BERLIN
DR. RUDOLF PIECHOCKI Dozent, Zoologisches Institut der Universität	HALLE A. D. S.
DR. IVO POGLAYEN-NEUWALL Direktor des Zoologischen Gartens	LOUISVILLE/KENTUCKY
DR. EGON POPP Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. DR. H. C. ADOLF PORTMANN o. Professor em., Zoologische Anstalt der Universität	BASEL
HANS PSENNER Professor, Direktor des Alpenzoos	INNSBRUCK
DR. HEINZ-SIGURD RAETHEL Oberveterinärtrat	BERLIN
DR. URS H. RAHM Professor, Naturhistorisches Museum	BASEL
DR. WERNER RATHMAYER Abteilungsleiter im Fachbereich Biologie, Universität	KONSTANZ
WALTER REINHARD Biologe	BADEN-BADEN
DR. H. H. REINSCH Bundesforschungsanstalt für Fischerei	BREMERHAVEN
DR. BERNHARD RENSCH o. Professor em., Zoologisches Institut der Universität	MÜNSTER
DR. VERNON REYNOLDS Dozent, Department of Sociology, Universität	BRISTOL
DR. RUPERT RIEDL Professor, Department of Zoology, University of North Carolina	CHAPEL HILL N. C./USA
DR. PETER RIETSCHEL Professor i. R., Zoologisches Institut der Universität	FRANKFURT A. M.

DR. SIEGFRIED RIETSCHEL
Dozent an der Universität Frankfurt
Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg FRANKFURT A. M.

HERBERT RINGLEBEN
Institut für Vogelforschung »Vogelwarte Helgoland« WILHELMSHAVEN

DR. K. ROHDE
Institut für Allgemeine Zoologie der Ruhr-Universität BOCHUM

DR. PETER RÖBEN
Akadem. Rat, Diplombiologe, Zoologisches Institut der Universität HEIDELBERG

DR. ANTON E. M. DE ROO
Koninklijk Museum voor Midden-Afrika TERVUREN

DR. HUBERT SAINT-GIRONS
Direktor, Centre National de la Recherche Scientifique BRUNOY (ESSONNE)

DR. LUITFRIED VON SALVINI-PLAWEN
Erstes Zoologisches Institut der Universität WIEN

DR. KURT SANFT
Oberstudienrat, Diesterweg-Gymnasium BERLIN

DR. E. G. FRANZ SAUER
Professor, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum
Alexander Koenig und Universität BONN

DR. ELEONORE M. SAUER
Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig und Universität BONN

DR. ERNST SCHÄFER
vormals Leiter der Estación Biológica de Rancho Grande
und Professor der Universität Central, Caracas, Venezuela
z. Z. Kustos am Niedersächsischen Landesmuseum HANNOVER

DR. FRIEDRICH SCHALLER
o. Professor, Vorstand des Ersten Zoologischen Instituts der Universität WIEN

DR. GEORGE B. SCHALLER
Serengeti Research Institute, Michael Grzimek Laboratory SERONERA/TANSANIA

DR. GEORG SCHEER
Oberkustos, Leiter der Zoologischen Abteilung des Hessischen Landesmuseums DARMSTADT

DR. CHRISTOPH SCHERPNER
Zoologischer Garten FRANKFURT A. M.

DR. HERBERT SCHIFTER
Naturhistorisches Museum, Vogelsammlung WIEN

DR. MARCO SCHNITTER
Zoologisches Museum der Universität ZÜRICH

DR. KURT SCHUBERT
Bundesforschungsanstalt für Fischerei HAMBURG

EUGEN SCHUHMACHER
Tierfilmregisseur, Filmbeauftragter der I.U.C.N. MÜNCHEN

DR. THOMAS SCHULTZE-WESTRUM
Zoologisches Institut der Universität MÜNCHEN

DR. ERNST SCHÜTZ
Professor, Direktor des Staatlichen Museums für Naturkunde STUTTGART

DR. D. L. SERVENTY
C.S.I.R.O. Division of Wildlife Research HELENA VALLEY/
AUSTRALIEN

DR. LESTER L. SHORT JR.
Associate Curator, American Museum of Natural History NEW YORK

DR. HELMUT SICK
Museu Nacional RIO DE JANEIRO

DR. ALEXANDER F. SKUTCH Professor für Ornithologie, Universität von Costa Rica	SAN ISIDRO DEL GENERAL
DR. EVERHARD J. SLIJPER o. Professor, Zoologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam	AMSTERDAM
BERTRAM E. SMYTHIES B. A. Konservator i. R. der Forstverwaltung Sarawak (Malaysia)	ESTEPONA/SPANIEN
DR. KENNETH E. STAGER Hauptkurator, Los Angeles County Museum of Natural History	LOS ANGELES
DR. H. C. GEORG H. W. STEIN Professor, Kustos der Säugetierabteilung des Instituts für Spezielle Zoologie und Zoologisches Museum der Humboldt-Universität	BERLIN
DR. JOACHIM STEINBACHER Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. BERNARD STONEHOUSE Dozent für Zoologie, Canterbury University	CHRISTCHURCH/NEUSEE- LAND
DR. RICHARD ZUR STRASSEN Kustos, Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg	FRANKFURT A. M.
DR. ADELHEID STUDER-THIERSCH Zoologischer Garten	BASEL
DR. ERNST SUTTER Naturhistorisches Museum	BASEL
DR. FRITZ TEROFAL Leiter der Abteilung Fische, Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. G. F. VAN TETS Wildlife Research	CANBERRA
ELLEN THALER-KOTTEK Institut für Zoologie der Universität	INNSBRUCK
DR. ERICH THENIUS o. Professor, Vorstand des Paläontologischen Instituts der Universität	WIEN
DR. NIKO TINBERGEN Professor of Animal Behaviour, Department of Zoology	OXFORD
ALEXANDER TSURIKOV Lektor am Seminar für Slawische Philologie, Universität	MÜNCHEN
DR. WOLFGANG VILLWOCK Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum	HAMBURG
ZDENEK VOGEL Direktor der Herpetologischen Station Suchdol	PRAG
DIETER VOGT	SCHORN DORF
DR. JIŘÍ VOLF Zoologischer Garten	PRAG
OTTO WADEWITZ Technischer Angestellter	LEIPZIG
DR. HELMUT O. WAGNER Direktor i. R. des Übersee-Museums Bremen	MEXICO CITY
DR. FRITZ WALTHER Professor, University of Missouri	COLUMBIA
JOHN WARHAM Zoology Department, Canterbury University	CHRISTCHURCH/NEUSEE- LAND

S. L. WASHBURN University of California	BERKELEY
EBERHARD WAWRA Erstes Zoologisches Institut der Universität	WIEN
DR. INGRID WEIGEL Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. B. WEISCHER Biologische Bundesanstalt, Institut für Nematodenforschung	MÜNSTER/WESTFALEN
HERBERT WENDT Naturwissenschaftlicher Schriftsteller	BADEN-BADEN
DR. HEINZ WERMUTH Hauptkonservator, Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart	LUDWIGSBURG
DR. WOLFGANG VON WESTERNHAGEN Zahnarzt	PREETZ/HOLSTEIN
DR. ALEXANDER WETMORE United States National Museum, Smithsonian Institution	WASHINGTON D.C.
DR. DIETRICH E. WILCKE	RÖTTGEN
DR. HELMUT WILKENS o. Professor, Direktor des Anatomischen Instituts, Tierärztliche Hochschule	HANNOVER
MICHAEL L. WOLFE Assistant Professor, Utah State University	UTAH/USA
HANS EDMUND WOLTERS Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig	BONN
DR. ARNERID WÜNSCHMANN Erster Assistent des Zoologischen Gartens	BERLIN
DR. WALTER WÜST Gymnasial-Professor, Wilhelmshaus	MÜNCHEN
DR. HEINZ WUNDT Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates	MÜNCHEN
DR. CLAUDIUS-DIETER ZANDER Universität Hamburg, Zoologisches Institut und Museum	HAMBURG
DR. DR. FRITZ ZUMPT Leiter der Abteilung für Entomologie und Parasitologie, South African Institute for Medical Research	JOHANNESBURG
RICHARD L. ZUSI Kurator der Vogelabteilung, Smithsonian Institution, U. S. National Museum	WASHINGTON D.C.

TEXTREDAKTION: HERBERT WENDT
 SCHLUSSREDAKTION, SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT, TIERWÖRTERBUCH
 UND REGISTER: DR. RUDOLF ZITEK
 RANDABBILDUNGEN, BILDLEGENDEN: DR. MANFRED PROPACH
 REDAKTIONELLE VORBEREITUNG: DR. DIETRICH HEINEMANN
 REDAKTIONELLE BERATUNG UND MITARBEIT AN DIESEM BAND:
 DR. HUBERT FECHTER, DR. DIETRICH E. WILCKE UND ALEXANDER TSURIKOV
 PRODUKTIONSLEITUNG: DR. ERICH RÖSSLER

ERSTER BAND

NIEDERE TIERE

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. IRENÄUS EIBL-EIBESFELDT

PROF. DR. BERNHARD GRZIMEK

PROF. DR. OTTO KOEHLER

PROF. DR. OTTO KRAUS

PROF. DR. BERNHARD RENSCH

PROF. DR. PETER RIETSCHEL

PROF. DR. ERICH THENIUS

Kapitelübersicht

Ausführliches Inhaltsverzeichnis
mit Nennung der Tierarten Seite 521

	VORWORT	
	von Bernhard Grzimek	19
1. Kapitel	EINFÜHRUNG IN DEN BAU UND DIE LEBENSLEISTUNGEN DER TIERWELT	
	von Bernhard Rensch	25
	Herausgeber: Bernhard Rensch	
2. Kapitel	VOM VERHALTEN DER TIERE	
	Verhalten der Tiere von Irenäus Eibl-Eibesfeldt	57
	Vorbedingungen und Vorstufen unserer Sprache bei Tieren von Otto Koehler	68
	Herausgeber: Irenäus Eibl-Eibesfeldt und Otto Koehler	
3. Kapitel	DIE WIRBELLOSEN TIERE	
	Stammesgeschichte von Erich Thenius	80
	System des Tierreichs von Herbert Wendt	82
	Die Baupläne der Tierstämme von Peter Rietschel	85
	Herausgeber: Peter Rietschel und Erich Thenius	
4. Kapitel	DIE EINZELLIGEN TIERE	
	von P. Rietschel und K. Rohde	89
	Herausgeber: Peter Rietschel	
5. Kapitel	MITTELTIERE UND SCHWAMMTIERE	
	Die Mitteltiere von Peter Rietschel	138
	Die Schwammtiere von Ernst F. Kilian	138
	Schwämme der Vorzeit von Erich Thenius	139
	Die heutigen Schwämme von Ernst F. Kilian	139
	Vorzeitliche Lebensgemeinschaften der Riffe von Siegfried Rietschel	167
	Herausgeber: Peter Rietschel	
6. Kapitel	DIE HOHLTIERE	
	von H. R. Haefelfinger	176
	Herausgeber: Peter Rietschel	
7. Kapitel	DIE ZWEISEITENTIERE	
	von Peter Rietschel	273
	Herausgeber: Peter Rietschel	
8. Kapitel	PLATTWÜRMER UND KIEFERMÜNDCHEN	
	Plattwürmer von Peter Rietschel	274
	Stammesgeschichte der Plattwürmer von Erich Thenius	275
	Strudelwürmer von Peter Rietschel und Peter Röben	280
	Saugwürmer von W. Hohorst	291
	Bandwürmer von Peter Rietschel	299
	Kiefermündchen von Peter Ax	311
	Herausgeber: Peter Rietschel	
9. Kapitel	KELCHWÜRMER UND SCHNURWÜRMER	
	Kelchwürmer von Peter Rietschel	313

	Schnurwürmer von Hermann Friedrich	318
	Herausgeber: Peter Rietschel	
10. Kapitel	DIE SCHLAUCHWÜRMER	
	Einleitung von Peter Rietschel	324
	Bauchhaarlänge von Peter Röben	327
	Rädertiere von Josef Donner	329
	Fadenwürmer von Bernhard Weischer	334
	Saitenwürmer, Hakenrüßler und Kratzer von Peter Rietschel	349
	Herausgeber: Peter Rietschel	
11. Kapitel	PRIAPSWÜRMER, SPRITZWÜRMER UND IGELOWÜRMER	
	von Peter Rietschel	357
	Herausgeber: Peter Rietschel	
12. Kapitel	DIE GLIEDERWÜRMER	
	Gliedertiere und Gliederwürmer von Peter Rietschel	361
	Herausgeber: Peter Rietschel	
13. Kapitel	STUMMELFÜßER, BÄRTIERCHEN UND ZUNGENWÜRMER	
	Stammesgeschichte von Erich Thenius	387
	Stummelfüßer, Bärtierchen und Zungenwürmer von Otto Kraus	387
	Herausgeber: Otto Kraus	
14. Kapitel	DIE GLIEDERFÜßER	
	Gliederfüßer von Peter Rietschel	397
	Dreilapper von Erich Thenius	401
	Herausgeber: Peter Rietschel und Erich Thenius	
15. Kapitel	DIE SPINNENTIERE UND IHRE VERWANDTEN	
	Chelicerentiere von Otto Kraus	403
	Stammesgeschichte von Erich Thenius	404
	Herausgeber: Otto Kraus	
16. Kapitel	DIE KREBSTIERE	
	Zweiantennentiere von Peter Rietschel	434
	Stammesgeschichte der Krebstiere von Erich Thenius	434
	Niedere Krebse von Peter Rietschel	436
	Höhere Krebse von Rudolf Altevogt	468
	Herausgeber: Peter Rietschel	
17. Kapitel	DIE TRACHEENTIERE	
	Einleitung von Peter Rietschel	507
	Tausendfüßer von Otto Kraus	507
	Fossile Tausendfüßer von Erich Thenius	508
	Unterklassen der Tausendfüßer von Otto Kraus	508
	Herausgeber: Otto Kraus und Peter Rietschel	
Anhang	Literaturhinweise	517
	Systematische Übersicht	521
	Tierwörterbuch deutsch-englisch-französisch-russisch	559
	– englisch-deutsch-französisch-russisch	570
	– französisch-deutsch-englisch-russisch	574
	– russisch-deutsch-englisch-französisch	579
	Register	585
	Abbildungsnachweis	611
	Abkürzungen und Zeichen	613
	(letzte Seite)	613

Vorwort

Vielleicht nie zuvor war das Interesse der Menschen am Leben der Tiere größer als heute. Nach den jüngsten Ergebnissen der vergleichenden Verhaltensforschung sind wesentliche Teile menschlichen Verhaltens als ein Erbeil zu verstehen, das wir von unseren tierhaften Vorfahren übernommen haben. Deshalb ist die Kenntnis der Tiere eine Voraussetzung für die Selbsterkenntnis des Menschen geworden. Wir selbst sind das nur vorläufig letzte Glied einer der vielen, unübersehbaren mannigfaltigen Ahnenreihen innerhalb der Welt des Lebendigen.

Was wäre verständlicher als das Verlangen zahlloser Menschen, unsere Brüder aus dem Tierreich näher kennenzulernen, mehr über ihr Verhalten zu erfahren und mit Hilfe berufener Fachleute einen gründlichen und zuverlässigen Überblick über die Gesamtheit der Tierwelt zu gewinnen?

Nur in deutscher Sprache sind bisher über die Tiere so umfangreiche, auch für den Laien bestimmte Werke erschienen wie vor hundert Jahren Brehms Tierleben und heute das vorliegende. Brehms Tierleben fand überall da Verbreitung, wo die deutsche Sprache gesprochen oder verstanden wurde. Wie sehr aber ist die deutsche Sprache durch die deutsche Politik ab 1933 — vor allem in Osteuropa — zurückgegangen! Auch aus diesem Grund ist es heute für einen Verlag ein besonderes Wagnis, ein derart umfangreiches, ausschließlich farbig bebildertes Reihenwerk in deutscher Sprache herauszubringen. Aber der Verleger Helmut Kindler hat es selber angeregt und dann mit aller Kraft und unter großen Opfern für die glückliche Verwirklichung des Vorhabens gesorgt.

Als Brehms Tierleben vor über hundert Jahren in seiner sechsbändigen ersten Auflage erschien, war das allgemeine Interesse an den Tieren deshalb so groß, weil die revolutionäre Abstammungslehre von Charles Darwin die ganze Welt bewegte. Vom Universitätslehrstuhl bis zum Stammtisch stritt man sich über die »Frage aller Fragen«: Hat sich das Leben auf der Erde wirklich durch natürliche Auslese im Kampf ums Dasein zu seiner Vielfalt und auch zum Menschen entwickelt? — Jeder denkende Mensch, der sich mit Darwins Lehre beschäftigte, betrachtete die Tiere jetzt nicht mehr nur als Gegenstände wissenschaftlicher Forschung, sondern auch als fühlende, handelnde und wirkende Lebewesen — als »unsere älteren Brüder«, wie es schon Goethes Freund Herder ausgedrückt hatte.

Heute drängt es den Menschen aus ganz anderen Gründen zu den Tieren.

Die Abstammungslehre ist nicht mehr umstritten; alle Erkenntnisse, die seitdem hinzugekommen sind, haben Darwins Auffassung immer wieder bestätigt und ihren Grundgedanken zu gesichertem Wissen gemacht. Daß erst im Jahr 1967 das Parlament des US-Bundesstaates Tennessee mit großer Mehrheit dafür stimmte, die Behandlung der Lehren Darwins im Schulunterricht zuzulassen, wirkt heute eher belustigend. Trotzdem wehren sich manche Laien auf naturwissenschaftlichem und biologischem Gebiet noch immer innerlich gegen die Vorstellung, daß »der Mensch vom Affen abstamme«. Wer aber die Tiere näher kennt, der kann Darwins Erkenntnisse unmöglich als erniedrigend empfinden; der wird im Gegenteil Ehrfurcht haben vor diesem großartigsten aller Naturgeschehen, dem auch wir unser körperliches Dasein verdanken — Ehrfurcht vor der Tatsache, daß wir der gleichen Wurzel entstammen, den gleichen Bauplan haben und den gleichen Gesetzen gehorchen wie die übrigen Säugetiere, kurz: daß auch wir ein Teil der Natur sind. Dafür aber haben wir uns in den letzten Jahrzehnten der Natur mehr entfremdet als je zuvor. Zum erstenmal in der Geschichte der Menschheit, die wohl eine gute Million Jahre alt ist, leben heute in Deutschland fünfundachtzig von hundert Menschen in Städten. Ein Zwölftel der Bodenfläche der Bundesrepublik ist bereits mit Häusern, Straßen, Industrieanlagen bedeckt; jeden Tag kommen siebzig bis achtzig Hektar hinzu. Alle unsere Vorfahren bis zu unseren Großeltern haben in Dörfern oder zumindest in unmittelbarer Nähe von Land und Wald gelebt, im täglichen Umgang mit Pferden, Rindern, Schweinen, Geflügel; sie haben die Tiere des Feldes und Waldes um sich gesehen und sich als Jäger mit ihnen auseinandergesetzt. Auf einmal müssen jetzt die Menschen in den Industriestaaten nur mit Menschen zusammenleben, auf immer enger werdendem Raum. In dieser von Menschen geschaffenen Welt verlernen wir es mehr und mehr, Wälder zu durchstreifen, Tiere zu beobachten und uns an den vielgestaltigen Formen und Erscheinungen der Natur zu freuen. Wir vergessen dabei nur allzuleicht, daß auch wir Kinder der Natur sind; und die meisten von uns spüren heute sehr deutlich, daß wir dadurch Gefahr laufen, innerlich heimatlos zu werden.

Das Verlorene wird vielen von uns deshalb immer wertvoller; das Bedürfnis nach dem Umgang mit Tieren, nach der freien Natur wird immer größer. Dieses seelische Bedürfnis zeigt sich am Wochenende und im Urlaub, wenn die Menschen in Massen aus den Städten ins Freie strömen oder in immer stärker werdender Zahl die Zoologischen Gärten besuchen. In vielen Städten gehen jährlich zwei- bis dreimal soviel Menschen in die Tiergärten wie zu allen Sportveranstaltungen zusammengenommen. Noch niemals sind Hunde, Katzen, Stubenvögel, Schildkröten, Fische und andere tierliche Pfleglinge in so großer Anzahl in Stadtwohnungen gehalten worden wie heute. Zu Millionen reisen die Menschen jährlich in die Nationalparks, in die Dauer-Vollnaturschutzgebiete, wo Pflanzen und Tiere für immer menschlichem Eingriff und Wettbewerb entzogen sind und wo die wilden Geschöpfe daher in verzaubernder Weise ihre Scheu vor dem Menschen verlieren. Erst durch diese Fühlung mit der unberührten Natur und durch die Achtung vor dem Dasein anderer Lebewesen gewinnt der Mensch wieder ein echtes Verhältnis zu seiner Umwelt und zu sich selbst.

Hunderttausende empören sich darum auch in Briefen, Zeitungen, Funk und Fernsehen über Mißhandlungen von Tieren. Ungezählte junge Menschen bitten uns, ihnen Berufe zu nennen, in denen sie zeitlebens mit Tieren Umgang haben — Berufe, die es bald kaum mehr gibt. Auch sehr viele Leute, die in ihrem täglichen Erwerbsleben und in ihrer Freizeit keine Fühlung mit Tieren haben, wollen Näheres über die Tierwelt erfahren — nicht in Form von gefühlsbetonten Geschichten, Märchen oder Romanen, sondern aus dem Munde von Fachleuten, die mit dem lebenden Tier unmittelbar vertraut sind. Sogar der Biologe, ja der Zoologe, ist heute meistens so stark in ein Sonderfachgebiet eingearbeitet, daß er gern nach einem Sammelwerk greift, um grundlegende Angaben aus anderen Bereichen nachzuschlagen.

Für alle diese Menschen schaffen wir das vorliegende Werk. Das ist heute schwieriger als zu Brehms Zeiten. Alfred Edmund Brehm, der 1864 sein *Illustriertes Thierleben* veröffentlichte — es erlebte später noch drei Auflagen, die letzte vor fünfzig Jahren in dreizehn Bänden —, konnte das Wissen seiner Zeit anfangs noch in sechs Bänden unterbringen. Er war auch imstande, die Bände über die Wirbeltiere, von den Affen bis zu den Fischen, selbst zu verfassen. Die Wissenschaft kümmerte sich in jener Zeit der vergleichenden Anatomie und der zoologischen Systematik kaum darum, wie die Tiere lebten, und das wenige, was man darüber wußte, konnte der von Kindheit an mit den Tieren vertraute Zoologe Brehm aus eigenem Erleben schildern oder aus den Veröffentlichungen anderer naturverbundener Schriftsteller übernehmen. Nur den letzten Band, *Niedere Tiere*, mußte er, da ihm diese Tiergruppen nicht vertraut waren, von zwei anderen Fachleuten schreiben lassen.

Unser Werk wird gleich in der ersten Auflage dreizehn Bände umfassen. Das Wissen unserer Zeit über Leben und Verhalten der Tiere ist so umfangreich und so vielseitig geworden, daß auch diese dreizehn Bände bei weitem nicht ausreichen, gäbe uns nicht die moderne Technik der Farbwiedergabe die Möglichkeit, nahezu alle im Text behandelten Tiere farbig darzustellen. Langatmige Beschreibungen des Aussehens, die auch in der letzten Auflage des Großen Brehm noch nötig waren, können dadurch wegfallen. Die farbigen Zeichnungen unterrichten uns wesentlich genauer über die Tiere, als es auch die besten Fotos tun könnten. Eine gute Farbzeichnung ersetzt oft fünf bis zehn Fotos, weil in ihr alle wichtigen Merkmale der Art vereinigt werden können, die niemals auf einem Schnappschuß gleichzeitig sichtbar sind. Es war freilich nicht leicht, in unserer Zeit, welche die naturgetreue Darstellung in der Kunst als unmodern ansieht, noch genügend Zeichner, technische Darsteller und Künstler zu finden, die fähig sind, eine Tierart naturgetreu und gewissenhaft in allen Einzelheiten so abzubilden, wie sie wirklich ist. Wir mußten dazu Zeichner in allen Ländern und Erdteilen zur Mitarbeit heranziehen. Diese zeichnerischen Darstellungen benötigen sehr viel mehr Zeit und sind viel kostspieliger als Fotos und Farbfotos. Von der Mehrzahl der selteneren Arten und Unterarten gibt es außerdem auch heute noch keine Farbaufnahmen in natürlicher Umgebung. Dennoch haben wir die Bände so weit wie möglich durch Farbfotografien bereichert, die das Tier dokumentarisch in seiner vertrauten Umwelt, bei interessanten Verhaltensweisen oder in eindrucksvollen Porträtaufnahmen zeigen. Das Verbreitungsgebiet der ein-

zelnen Tierarten kann der Leser auf den Kartenbildern am Innenrand der Textseiten mit einem Blick überschauen. Auch dadurch fallen umständliche Angaben über Heimat und Verbreitung weg; und es wird zusätzlicher Raum für die um so eingehendere Schilderung des Verhaltens der Tiere gewonnen.

Erst wenn man an die Niederschrift eines solchen Werkes geht, wird einem völlig klar, wie sehr sich unsere Kenntnis der Tiere im letzten halben Jahrhundert vermehrt hat. Fast unser ganzes Wissen über das Freileben der Wildtiere und auch viel Neues über ihr Verhalten in menschlicher Obhut stammen aus diesen letzten Jahrzehnten. Studienaufenthalte in Übersee dienen schon lange nicht mehr der Aufgabe, neue Tierarten zu entdecken und deren Knochen oder Häute für die Museen mitzubringen; die Forscher beobachten statt dessen in geduldiger Ausdauer die lebenden Tiere und stellen fest, wie sich bestimmte Arten mit den anderen Formen des Lebens, Pflanzen und Tieren, in ihrer natürlichen Umwelt auseinandersetzen. In den meisten Überseeländern, die einst in aufregenden und gefährlichen Expeditionen erkundet wurden, sind heute Institute entstanden, in denen Wissenschaftler ihr ganzes Leben forschend arbeiten. Auch über die Wurzeln unseres eigenen Verhaltens können uns diese vergleichenden Forschungen Aufschlüsse geben. Wir haben deshalb ganz bewußt den Menschen und seine Stammesgeschichte in unser Werk einbezogen. Denn nur wenn wir das Vorhandensein des tierlichen Erbes in uns kennen und anerkennen, anstatt es in blindem Hochmut zu leugnen, haben wir die Möglichkeit, es zu beherrschen und aus unseren Anlagen das Beste zu machen.

Bei der heutigen Fülle an Wissensstoff auf allen Gebieten der Tierkunde ist es einem einzelnen Zoologen nicht mehr möglich, das gesamte Tierreich zu überschauen und in einem umfangreichen Werk zusammenzufassen. Ein solches Werk kann heute nur von einer vielköpfigen Gruppe berufener Fachleute aller Richtungen erarbeitet werden. Ganz anders als im alten »Brehm« müssen also hier die einzelnen Abschnitte über Ordnungen und Familien des Tierreiches unter der wissenschaftlichen Leitung von Spezialisten herausgegeben oder auch von diesen Spezialisten selbst geschrieben werden. Wir haben uns bemüht, dafür eine Anzahl der besten Fachkräfte — auch aus anderen Ländern — zu verpflichten. Die redaktionelle Bearbeitung, die für solche allgemeinverständlichen wissenschaftlichen Sammelwerke unerlässlich ist, lag für die Bände II, IV, VII, VIII, X, XI und XIII in den Händen von Dr. phil. nat. Dietrich Heinemann und Herbert Wendt. Für die Bände I, III, V, VI, IX und XII hat H. Wendt die redaktionelle Verantwortung übernommen. So soll jeder Beitrag bei aller Zuverlässigkeit auch für den Laien gut lesbar, ja spannend werden.

Aus diesem Grund haben wir weitgehend alle Fremdwörter und Fachausdrücke vermieden, die dem Nichtzoologen und Nichtbiologen nicht sofort verständlich sind. Feste Begriffe aus dem zoologischen Wortschatz, die sich nicht umschreiben lassen, haben wir nach Möglichkeit so erklärt, daß sie jedem Leser geläufig werden. Nicht nur die Liebe zu unserer Muttersprache hat uns dazu veranlaßt, sondern auch die Erkenntnis, daß heute sogar der Gebildete manche Fachausdrücke aus anderen Wissenszweigen oft nicht sofort in ihrer genauen Bedeutung erfassen kann. Wir vermeiden außerdem

alle Ausdrücke, die das Tier abwerten. Mit mir sprechen schon heute viele Zoologen nicht mehr von tierischem Verhalten, sondern von tierlichem Verhalten; es erscheint uns die angemessene Entsprechung zu menschlichem Verhalten. (Wir unterscheiden ja auch zwischen kindisch und kindlich. Warum sollten wir da nicht zwischen tierisch und tierlich unterscheiden?) Im Gegensatz zu den meisten anderen Kultursprachen sind in der deutschen Umgangssprache für die gleichen Tätigkeiten bei Tier und Mensch noch vielfach verschiedene Wörter in Gebrauch; so spricht man beim Tier in oft herabsetzender Weise vom »Maul«, »Saufen«, »Fressen«, »Werfen« oder »Verenden«. Wir aber glauben, daß eine Sprache lebt und sich ständig wandelt; sie nimmt fortwährend neue Gegenstände und Erkenntnisse auf und sollte sich deshalb auch den Änderungen unserer inneren Einstellung zum Tier anpassen. Daran mitzuwirken scheint uns ebenfalls Aufgabe eines grundlegenden Sammel- und Nachschlagewerkes zu sein.

Der Leser wird bei uns die meisten Tiere anders beschrieben finden, als er es aus früheren Werken dieser Art gewohnt ist. Das ist nicht zuletzt der vergleichenden Verhaltensforschung zu danken, die mit einer Fülle überraschender Erkenntnisse aufwartet. Noch vor hundert und auch fünfzig Jahren konnte man nur phantasievoll darüber mutmaßen. So schildert zum Beispiel Brehm als Kind seiner Zeit, wie die Katzenmutter mit ihren Sprößlingen redet, daß das Kamel ein sehr stumpfsinniges Geschöpf sei, störrisch, voller Bocksgestank, mit ohrmarterndem Gebrüll und einem »unsäglich dumm aussehenden Kopf auf dem langen Straußenhalse«. Niemand wird Brehm deswegen seine hohen Verdienste abstreiten. Aber es ist uns heute kaum faßbar, mit welcher entwaffnender Unbefangenheit angesehene Zoologen auch in der letzten Brehm-Auflage noch Tiere vermenschlichten und nach unsern eigenen Werturteilen maßen. Wenn manche Tierarten als »dumm«, »stumpfsinnig«, »häßlich« oder »böseartig« bezeichnet wurden, so erhielten andere die Eigenschaften »klug«, »sanft«, »hübsch« oder »ritterlich« verliehen. Heute wissen wir, daß jede Tierart angeborenen artverhaltenden Verhaltensformen gehorcht, die sinnvoll auf ihren Lebenskreis zugeschnitten sind; wir wissen aber auch, wie sehr unser Urteil über die Tiere unbewußt von unseren eigenen, gleichfalls angeborenen Auslösern und Schlüsselreizen beeinflußt und verzerrt wird. In der gesicherten Erkenntnis, daß wir selbst ein recht verwundbarer Teil der Natur sind, treten wir heute unseren Mitgeschöpfen gegenüber sehr viel bescheidener auf und maßen uns keine Urteile mehr an, die unserer eigenen Begriffswelt entstammen. Wo wir Vergleiche ziehen, tun wir das mit der Sachlichkeit und Vorurteilsfreiheit der modernen Verhaltensforscher, die wir in den einzelnen Beiträgen gebührend zu Worte kommen lassen.

So hoffen wir, daß wir — trotz mancher uns wohl bewußter Mängel — einen Auszug aus der Wissensfülle bringen, der dem Thema und den Lesern weitgehend gerecht wird. Wir haben die Forschungen der letzten fünfzig Jahre in den Vordergrund gestellt und damit auch die neuen Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Tier und Mensch. Die Sonderstellung des Menschen wird dadurch keineswegs verringert; sie wird uns im Gegenteil erst durch die genaue Kenntnis der Tierwelt, der wir ja entstammen, in ihrer ganzen Größe und Verantwortlichkeit bewußt. Ich habe den vielen Tausen-

den zu danken, die ein so umfangreiches Reihenwerk vorausbestellt haben, nur im Vertrauen auf die Herausgeber. Sie haben das Erscheinen überhaupt erst ermöglicht. Ebenso möchte ich allen denen danken, die es mit mir zusammen geschrieben, gezeichnet, fotografiert und bearbeitet haben.

Mancher Wissenschaftler, der in der Zoologie weit mehr geleistet hat als ich, mag an dem Titel GRZIMEKS TIERLEBEN Anstoß genommen haben. Es hat monatelanger Wechselgespräche mit dem Verleger bedurft, bis ich diesem Titel zugestimmt habe. Er wollte das seit einem halben Jahrhundert nicht mehr unternommene Wagnis, ein solches Werk herauszugeben — ein Wagnis, das viele Millionen Mark erfordert —, zwar unter allen Umständen auf sich nehmen, aber er wollte auch jede nur mögliche Erfolgchance berücksichtigen. Da meine Fernsehsendungen, meine Tätigkeit als Direktor eines großen Zoologischen Gartens und meine Arbeit in den Nationalparks der Überseeländer meinen so schwer aussprechbaren Namen ganz unverdient in der breiten Öffentlichkeit bekannter gemacht haben als den anderer Fachgelehrter, die überwiegend — und sicher weit verdienstvoller — im Forschungslabor arbeiten, schien dem Verleger dieser Titel eine der Voraussetzungen für den Erfolg zu sein. Das Werk, das meinen Namen trägt, ist eine Gemeinschaftsarbeit. Ich bin glücklich, daß sich hochangesehene Fachgelehrte aller Länder bereit gefunden haben, dieses neue *Tierleben* mit mir zusammen zu schaffen. Die Namen dieser Mitherausgeber und Verfasser sind in den Inhaltsverzeichnissen der einzelnen Bände genannt.

Dieses Werk folgt in seinem Aufbau der Einteilung der Tiere in natürliche Verwandtschaftsgruppen. Wir alle hoffen, daß es die Kenntnis von den Tieren und die Liebe zu ihnen verbreitet und daß es mithilft, den Tieren einen Lebensraum auf dieser menschenüberfüllten Erde zu erhalten. Denn auch Menschen künftiger Geschlechter sollen noch mit der Vielfalt dieser herrlichen Geschöpfe zusammenleben können.

Frankfurt am Main, im Sommer 1967

B. Grzimek

Erstes Kapitel

Einführung in den Bau und die
Lebensleistungen der Tierwelt

Einführung
in die Tierwelt
von B. Rensch

Als Tiere werden Lebewesen von außerordentlich verschiedenartiger Bauart bezeichnet. Mikroskopisch kleine einzellige Arten wie die Amöben rechnen wir ebenso dazu wie die hochkomplizierten Säugetiere und Vögel. Wenn man das Wesen und die Besonderheit der Tiere kennzeichnen will, so ist es deshalb zunächst nötig festzustellen, welches denn die Gemeinsamkeiten aller unzähligen Arten sind und worin diese sich von anderen Lebewesen, vom Menschen einerseits — der allerdings zoologisch zum Tierreich gehört — und von Pflanzen andererseits, unterscheiden. Dabei wird dann zugleich auch deutlich, welche Merkmale allen lebenden Organismen gemeinsam sind.

Mensch und Tier

Bekanntlich ist der Mensch (s. Band XI) in seinem Körperbau und den Leistungen seiner Organe den höchsten Tieren außerordentlich ähnlich. Wir haben die gleichen Arten und die gleiche Zahl von Knochen wie Schimpansen und Gorillas, nur sind die Form- und Längenverhältnisse jeweils verschieden. Unter dem Mikroskop zeigen die Zellen unserer Muskeln, Knochen, Lungen, Nieren usw. die gleiche Bauart wie bei den Menschenaffen, und selbst die Nervenzellen des Gehirns kann man kaum von den entsprechenden Zellen dieser höchsten Tiere unterscheiden. Dem entspricht es, daß auch die Funktion der Organe und Strukturen von prinzipiell gleicher Art ist.

Wie wir heute wissen, beruhen diese Übereinstimmungen darauf, daß sich die Menschen aus dem Tierreich, und zwar aus Affen entwickelt haben. Die zu den Menschen führende Stammesreihe spaltete sich in der Tertiärzeit, wahrscheinlich vor zehn bis fünfzehn Millionen Jahren (s. Band XI, S. 52), von den Stammesreihen der damaligen Menschenaffen ab. Die ältesten zur Familie der Menschen (Hominidae) gerechneten Typen, die Australopithecinen (s. Band X, S. 238*), von denen zahlreiche fossile Reste in Südost- und Ostafrika gefunden wurden und die vor etwa dreieinhalb bis einer Million Jahre lebten, gingen bereits aufrecht, hatten aber ein Hirn, das noch nicht größer war als bei den heutigen Menschenaffen. Besonders das Stirnhirn, das für vielfältige Denkvorgänge sehr wichtig ist, war noch viel weniger entwickelt als beim heutigen Menschen. Immerhin waren diese ältesten Vormenschen schon fähig, einfachste Steinwerkzeuge herzustellen.

Das Hauptmerkmal, das uns heutige Menschen so grundlegend von den Tieren unterscheidet, ist die wesentlich höhere geistige Leistung, die eine materielle wie geistige Kultur zu schaffen erlaubte. Sie bildete sich aber erst in den letzten 600 000 Jahren stärker heraus, nachdem die Gattung *Homo*

entstanden war (zunächst als *Homo-erectus*-Stufe oder *Pithecanthropus*-Stufe), bei der das Gehirn und besonders das Stirnhirn schon wesentlich größer waren. Wahrscheinlich hatte sich damit auch die Fähigkeit zu sprechen eingestellt. Die Sprache erlaubte den Menschen, höhere Allgemeinvorstellungen zu bilden, ursächliche und logische Zusammenhänge mit Worten auszudrücken, persönliche Erfahrungen den Hordengenossen und vor allem auch der heranwachsenden Jugend mitzuteilen. So konnte sich eine geistige Tradition und eine von Generation zu Generation anwachsende Kultur entwickeln, die nun beim heutigen Menschen, dem *Homo sapiens*, so weit fortgeschritten ist, daß ihn trotz seiner stammesgeschichtlichen Verwandtschaft eine tiefe Kluft von den nächstverwandten Tieren trennt.

Körperlich rechnen die Vormenschen und Menschen also als Familie der Hominidae zur Ordnung der Herrentiere (Primates), der auch Affen und Halbaffen angehören. Der entscheidende Unterschied zu unseren nächsten Verwandten aus dem Tierreich ist mit den wahrscheinlich erst mit der Entwicklung zur Gattung *Homo* allmählich herausgebildeten, wesentlich höheren Hirnleistungen, mit der Sprache und der dadurch bedingten Kultur gegeben.

Die Pflanzen unterscheiden sich in ihrem Bau und ihren Lebensleistungen in viel weitergehender Weise von Tieren und Menschen. Die grünen Pflanzen sind befähigt, in ihren Chlorophyllkörnern (Chloroplasten) aus Kohlensäure und Wasser, also aus anorganischem Material, mit Hilfe der Energie des Sonnenlichts organisches Material, zunächst Zucker, aufzubauen (autotrophe Ernährung). Für sie war es daher vorteilhaft, möglichst viele Lichtstrahlen aufzufangen. Daher haben die höheren Pflanzen im Laufe der Stammesgeschichte durch Verzweigung und Beblätterung jeweils große Oberflächen entwickelt. Da Kohlensäure, Licht und Mineralsalze fast allenthalben verfügbar waren, brauchten sie nicht die Nahrung aufzusuchen, sondern konnten sich mit Wurzeln an festen Standorten verankern.

Das Pflanzenreich

Tiere sind dagegen nicht fähig, aus anorganischen Verbindungen organische aufzubauen. Sie sind darauf angewiesen, von pflanzlichen oder tierischen Stoffen zu leben (heterotrophe Ernährung). Da sie die damit erlangten Hauptnährstoffe (Kohlenhydrate, Fette und Eiweißstoffe) aber nur langsam mit Hilfe von Enzymen abzubauen und in arteigenes Material umzubauen vermögen, war es für sie von Vorteil, im Laufe der Stammesgeschichte innere Höhlen, also Magen und Darm, zu entwickeln, in denen diese Abläufe vor sich gehen können. Andererseits mußten die Tiere beweglich sein, um geeignete Nahrung aufzufinden, und daher einen mehr oder minder kompakten Körper mit Bewegungs- und Sinnesorganen entwickeln.

Das Tierreich

Die erwähnten Unterschiede gelten aber nicht ohne Ausnahme. Es gibt auch Pflanzen, die von organischen Stoffen anderer Lebewesen leben; unter den Wassertieren finden sich andererseits auch festgewachsene Formen, darunter sogar verzweigte, aus vielen Einzeltieren bestehende »Stöcke«, wie Schwämme, Korallen, Moostierchen und andere mehr. Zudem ist bei den primitivsten Lebewesen (s. S. 89) eine klare Trennung zwischen Pflanzen und Tieren gar nicht möglich. Bakterien, Schleimpilze und Geißeltierchen kann man jedem der beiden Reiche zuordnen. Unter den letzteren gibt es pflanz-

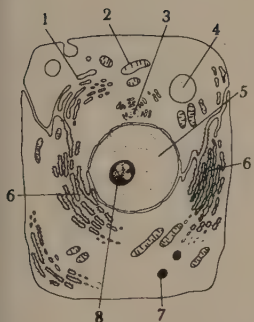
liche Arten, die Chlorophyll enthalten, und ebensowohl wie Tiere sich ernährende Arten ohne Chlorophyll.

In ihrem feineren Bau und in vielen Lebenserscheinungen entsprechen aber Pflanzen, Tiere und Menschen einander sehr weitgehend. Alle vielzelligen Lebewesen sind aus meist mikroskopisch kleinen Zellen aufgebaut, die, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die gleichen Zellorgane (Organelle) enthalten: Zellkern (s. unten), Mitochondrien (s. unten), Ribosomen (s. S. 28) und ein die Zelle rings umschließendes Zellhäutchen (s. unten). In gleicher Weise läuft bei Pflanzen wie Tieren die Kern- und Zellteilung (Mitose) ab. Vor allem ist auch die Erbsubstanz, die Desoxyribonucleinsäure (DNS), bei allen Lebewesen aus wenigen stets gleichen Grundbestandteilen zusammengesetzt. Weiterhin gelten für Pflanzen, Tiere und Menschen die gleichen Gesetze der Vererbung und der Mutation.

Jedes Einzelwesen — Pflanze, Tier oder Mensch — geht aus Keimzellen, bei manchen Pflanzen und Tieren auch aus Knospenzellen oder Sporen hervor, die jeweils von der Elterngeneration gebildet werden. Alle diese Zellen vermögen noch die Entwicklung sämtlicher Strukturen eines Individuums einzuleiten (sie sind »totipotent«). Sie stammen von entsprechenden undifferenzierten Zellen der Vorfahren ab, die Keimzellen jeweils von den unreifen Keimzellen, die schon ein Embryo enthält. Durch die Kette der Generationen zieht sich also ein »Lebensfaden« auseinander hervorgehender totipotenter Zellen hindurch. Und alle diese Lebensfäden stammen in ununterbrochener Folge von den Vorfahrenarten ab, die ihrerseits im Laufe der Stammesgeschichte von anderen Artenreihen abgezweigt sind. So erweisen sich schließlich alle Pflanzen, sämtliche Tiere und die Menschen als Abzweigungen eines einzigen reich verästelten Lebensstromes, eines gemeinsamen Stammbaums, der sich schon frühzeitig in die beiden Hauptstämme der Pflanzen und Tiere geteilt hat.

Alle Lebewesen stehen mithin in einem echten verwandtschaftlichen Zusammenhang. Pflanzen, Tiere und Menschen stellen nur verschiedene Ausprägungen und Entwicklungsstufen eines einheitlichen Lebensprinzips dar. Die Erkenntnis dieser Verwandtschaft sollte für eine verständnisvolle, humane Einstellung zu unseren Mitgeschöpfen entscheidend sein. Durch das so fesselnde Studium der mit uns existierenden Tierarten vermögen wir zudem unser eigenes Wesen, unseren Körperbau, die Funktionen unserer Organe und selbst unser Verhalten besser zu verstehen.

Wie erwähnt, haben die Zellen, aus denen die Lebewesen zusammengesetzt sind, fast stets die gleichen Grundbestandteile. Sie sind von einem feinen Häutchen umschlossen, dessen Bau und chemische Zusammensetzung darüber entscheiden, welche Stoffe aufgenommen und welche abgegeben werden. Das Innere ist von Zellplasma erfüllt, das überwiegend aus Eiweißstoffen und Wasser besteht, aber auch vielerlei andere lebenswichtige Verbindungen enthält. Es ist von vielen feinen Kanälchen durchsetzt (endoplasmatisches Reticulum), die für den Stofftransport Bedeutung haben und das Zellinnere zugleich in zahlreiche Teilgebiete zerlegen, so daß vielerlei hochkomplizierte chemische Vorgänge ohne gegenseitige Störung zugleich stattfinden können. Jede tätige Zelle enthält eine große Zahl von Mitochondrien, rundlichen



Schema der elektronenmikroskopisch sichtbar werdenden Struktur einer Tierzelle. 1 Golgi-Apparat, 2 Mitochondrien, 3 Zentralkörperchen (Centrosom), 4 Vakuole, 5 Kern, 6 Ergastoplasma, 7 Lipidtröpfchen, 8 Kernkörperchen (Nucleolus).

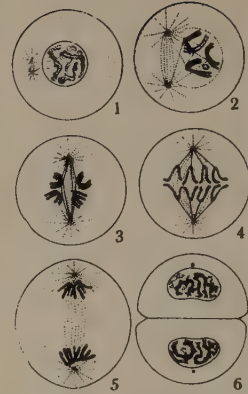
oder länglichen Gebilden von meist weniger als ein tausendstel Millimeter Dicke; in ihnen werden mit Hilfe von Atemenzymen aus zerlegten Nahrungsstoffen energiereiche, phosphorhaltige Verbindungen aufgebaut, die überall im Körper Verwendung finden, wo Energie für die Lebensleistungen benötigt wird. Sie stellen gewissermaßen die »Kraftwerke« der Zellen dar. An den noch kleineren Ribosomen spielt sich der Aufbau arteigener Eiweißkörper ab. Andere Zellorganelle sind beim Stoffabbau (Lysosomen), bei der Herstellung von Sekreten (Dictyosomen) und bei der Zellteilung (Zentralkörper) wirksam.

Alle Zellen der Tiere besitzen einen von einem Häutchen umschlossenen Kern, der die Stoffwechselvorgänge der Zelle mitbestimmt. Er fehlt nur in manchen verhältnismäßig kurzlebigen Zellen, wie den roten Blutkörperchen der Säugetiere und Menschen. Manche Zellen besitzen auch mehrere Kerne (zum Beispiel manche Einzeller, aber auch die Muskelfasern). Der Kern enthält die fadenartigen Chromosomen, die meist nur bei den Zellteilungen sichtbar gemacht werden können. Sie enthalten die Erbsubstanz (DNS; s. S. 27), die dafür sorgt, daß die aufeinanderfolgenden Generationen gleiche Strukturen entwickeln. Auf den Chromosomen sind die einzelnen Erbträger (Gene) hintereinander angeordnet. Die Anzahl der Chromosomen ist bei den einzelnen Tierarten sehr verschieden. In den reifen Geschlechtszellen schwankt sie zwischen 4 und 127 (beim Menschen 23). In den Körperzellen fast aller Tiere findet sich ein doppelter Chromosomensatz, der durch die Verschmelzung männlicher und weiblicher Geschlechtszellen bei der Befruchtung zustande kommt. Manche Körperzellen besitzen auch infolge von Verdoppelungen einen mehrfachen Chromosomensatz.

Viele Zellen höherer Tiere und des Menschen haben einen Durchmesser von etwa ein bis drei hundertstel Millimeter. Manche Zellfortsätze, wie zum Beispiel die Nervenfasern, sind aber viele Zentimeter und bei den größten Tieren sogar ein paar Meter lang, so die Nervenfortsätze in den Beinen großer Huftiere. Die größte lebende Zelle stellt das Gelbe des Afrikanischen Straußes dar, das verhältnismäßig wenig aktives Zellplasma, aber wie alle Vogeleier außerordentlich viele Reservestoffe (Dotter) enthält.

Die Vermehrung der Zellen geschieht normalerweise durch Zweiteilung erst des Kernes, dann der Zelle (Mitose). Dabei wird das Kernhäutchen aufgelöst, die zuvor geteilten Zentralkörper rücken an entgegengesetzte Pole der Zelle, und es bildet sich zwischen ihnen ein spindelförmiges Gebilde aus etwas zäherem (gel-artigem) Plasmamaterial. Die längsgespaltenen Chromosomen ziehen sich schraubig zusammen, befestigen sich mit zwei Ansatzstellen an der Spindel und ordnen sich um deren Mitte herum etwa in einer Ebene an. Nun trennen sich die Spalthälften voneinander und wandern zu den entgegengesetzten Spindelpolen, wo sie sich wieder entschrauben, zusammenknäueln und mit einem Kernhäutchen umgeben. Darauf teilt sich der Zellkörper durch – meist genau in der Mitte –, so daß zwei Zellen entstehen, welche die gleiche Erbsubstanz enthalten, da infolge der Längsspaltung der Chromosomen alle Erbträger halbiert waren (s. Vererbung, S. 41).

Bei den vielzelligen Tieren sind die meisten Zellen zu Geweben verbunden. Während der Embryonalentwicklung spezialisieren sie sich für verschie-



Schema der Zellteilung (Mitose). 1 Ausbildung der Chromosomen im Kern, der Zentralspindel zwischen den Tochterzentralkörpern und von Polstrahlungen. 2 Streckung des Zentralspindels, Bildung von Zugfasern und Bewegung der Chromosomen zur Einordnung in den Äquator der Spindel.

3 Die längsgeteilten Chromosomen im Äquator der Spindel. 4 und 5 Auseinanderrücken der Tochterchromosomen nach den Spindelpolen zu. 6 Entschrauben der Chromosomen, Ausbildung einer Kernmembran, Durchschnürung des Cytoplasmakörpers.

Gewebe

dene Aufgaben als Haut-, Drüsen-, Muskel-, Knochengewebe usw. Diese Arbeitsteilung hat bei der stammesgeschichtlichen Herausbildung höherer Tiere immer mehr zugenommen, weil dadurch gesteigerte Lebensleistungen ermöglicht wurden. Damit entstand aber auch die Gefahr, daß bei schwerer Schädigung oder Zerstörung nur eines solcher Gewebe, etwa der Herzmuskulatur oder des Lungengewebes, der ganze Organismus zugrunde gehen konnte.

Die Zellen der meisten Gewebe haften infolge besonderer Eigenschaften der Zellhäutchen aneinander. In manchen Fällen sind sie auch durch Plasmaverbindungen miteinander verknüpft, so in der aufgelockerten Keimschicht der Säugetierhaut. Bei dem Hautgewebe wirbelloser Tiere, der Schleimhaut der Därme, bei Gefäßwänden, Lungengeweben, Nierenkanälchen usw. haften die Zellen nur seitlich aneinander, so daß sie flächenhafte Zellschichten (Epithelien) bilden. Hautdrüsen, Schuppen, Federn und die Hornteile der Haare sind Sonderbildungen der obersten Hautzellschicht (des Hautepithels). Binde- und Stützgewebe wachsen dagegen in allen drei Richtungen des Raumes. Die stark verzweigten Knochenbildungszellen sind lose verteilt, aber zwischen der von ihnen ausgeschiedenen Knochensubstanz, die überwiegend aus phosphor- und kohlelsaurem Kalk besteht, regelmäßig angeordnet.

Neben den langgestreckten glatten Muskelzellen, die bei niederen Tieren vorherrschen und bei Wirbeltieren zum Beispiel an Eingeweiden, Gefäßen, Harnleiter und Gebärmutter auftreten, gibt es bei fast allen Tierstämmen von den Hohltieren an »aufwärts« auch quergestreifte Muskelzellen, die vor allem der Fortbewegung, aber auch anderen Bewegungen von Körperteilen dienen. Bei Wirbeltieren verschmelzen diese quergestreiften Muskelzellen zu langen, vielkernigen Muskelfasern, die sich besonders stark zusammenziehen können.

Die meisten Nervenzellen sind durch lange Fortsätze ausgezeichnet, mit denen sie untereinander sowie mit Sinnes-, Muskel- und Drüsenzellen in Verbindung stehen. Die langen Fortsätze vieler Nervenzellen, welche die nervösen Impulse vom Zellkörper fortleiten, vereinigen sich zu Nerven. Freie, nicht zu Geweben vereinte Zellen sind unter anderem die Blutzellen und die reifen Samenzellen.

Organe Gewöhnlich bestehen die Organe der Tiere aus verschiedenen Gewebesarten, die Nieren zum Beispiel aus epithelartigen Kanälchen, Bindegewebe, Gefäßen und Nervenfasern. Oft sind die Organe dann auch noch zu Organsystemen als übergeordneten Arbeitsgemeinschaften verbunden. So gehören die Nieren der Säugetiere zum Abscheidungssystem, das auch Harnleiter, Blase und Harnröhre umfaßt. Obwohl die Lebensleistungen aller Tiere die gleichen, schon bei den Einzellern verwirklichten Grundlagen haben, wurden doch in Anpassung an die so außerordentlich mannigfaltigen Lebensmöglichkeiten sehr verschiedene Baupläne entwickelt und im Laufe der Erdgeschichte in verschiedener Weise umgestaltet.

**Stoffwechsel und
Energiewechsel**

Die Tätigkeit aller Organe und Strukturen beruht auf dem Stoffwechsel und dem Energiewechsel. Alle Tiere nehmen Nahrungsstoffe auf und bauen sie in ihrem Körper in arteigene Verbindungen um (Assimilation); sie bauen

dann aber auch wieder Stoffe ab und benutzen die dabei frei werdende Energie für Lebensleistungen, wie Muskelbewegungen, Nervenregungen, Drüsentätigkeit und anderes mehr.

Die wichtigsten Nahrungsstoffe der Tiere sind Eiweißstoffe, Kohlenhydrate, Fette, Mineralsalze und Wasser. Unerlässlich für den Aufbau der Gewebe sind die stickstoffhaltigen Eiweißstoffe. Tiere, wie etwa die Schmetterlinge, die im erwachsenen Zustand (als Imagines) nur Nektar — also Kohlenhydrate — zu sich nehmen, müssen für die Eiweißherzeugung, zum Beispiel bei der Bildung von Eiern, ihre im Raupenstadium erworbenen Eiweißreserven in Anspruch nehmen, und sie haben auch nur eine sehr begrenzte Lebensdauer. Viele Arten haben sich im Laufe der Stammesgeschichte auf ganz bestimmte Nahrungsstoffe spezialisiert, nur auf Fleisch, Insekten, Blut oder Pflanzen und manchmal sogar lediglich auf bestimmte Pflanzengattungen oder -familien — zum Beispiel Rebläuse, Fichtenrüsselkäfer und Wolfsmilchschwärmerraupen. Andere Arten leben von gemischter Nahrung. Viele Schmarotzer (Parasiten) und Arten, die Gemeinschaften zu gegenseitigem Nutzen bilden (Symbionten), leben nur an oder in ganz bestimmten Arten oder Gattungen von Wirtstieren oder Wirtspflanzen.

Nahrungsstoffe

Außer den Hauptnährstoffen benötigen viele Tiere geringe Mengen von Vitaminen, die für den Aufbau von verschiedenen Strukturen (z. B. Knochen) oder Zelltypen (z. B. Blutkörperchen und Sehzellen), für die Bildung von Hormonen und Atemenzymen sowie für andere Vorgänge notwendig sind. Niedere Tiere vermögen viele Vitamine selbst aufzubauen. Bei höheren Tieren ist diese Fähigkeit zum Teil verlorengegangen, weil sie mit ihrer Nahrung bereits Vitamine oder deren Vorstufen aufnehmen. In geringen Spuren sind für viele Arten auch einige seltene chemische Elemente unerlässlich, die jedoch gewöhnlich in der normalen Nahrung enthalten sind. So benötigen Wirbeltiere Jod für den Aufbau der Schilddrüse und Fluor zur Bildung des Zahnschmelzes; Landschnecken brauchen Kupferverbindungen zur Erzeugung des Blutfarbstoffes Hämoglobin.

Unbedingt notwendig für Stoffwechselvorgänge ist Wasser. Es dient als Transportmittel für darin gelöste Stoffe im Körper, und es macht viele biochemische Abläufe erst möglich, weil diese nur in wässriger Lösung zustande kommen können. Auch bestimmt Wasser den Quellungszustand vieler Strukturen, was für die Lebensvorgänge wesentlich ist, so das Zustandekommen der Organgestalt, der normalen Muskelarbeit und ähnliches mehr. Aufgenommen wird Wasser gewöhnlich durch die Mundöffnung, indem die Tiere trinken oder wasserenthaltende Nahrungsstoffe von Tieren oder Pflanzen essen; Landschnecken, Regenwürmer und viele niedere Wassertiere stillen ihren Wasserbedarf auch durch die Haut. Außerdem bildet sich Wasser bei manchen Umsetzungen von Verbindungen im Körper, vor allem beim Abbau von Nahrungsstoffen zur Energiegewinnung (biologische Oxydation). Säugetiere und Menschen bestehen zu 65 bis 70 vom Hundert aus Wasser, Kaulquappen zu 90 bis 93 vom Hundert, Rippenquallen zu 98 bis 99 vom Hundert.

Festere Nahrung nehmen die meisten Tiere durch die Mundöffnung zu sich; sie wird in vielen Fällen in der Mundhöhle durch Kauapparate zerklei-

nert. Bei Rädertierchen und höheren Krebsen besitzt auch der Magen Kauzähne. Körneressende Vögel, wie Hühner, Tauben, Sperlingsvögel, haben einen Kaumagen mit kräftiger Muskulatur, in dem aufgenommene Steine bei der Zerkleinerung der Nahrung mitwirken. Festsitzende Wassertiere strudeln meist feine Nahrungsteilchen durch Wimperbewegungen herbei, Seepocken und Entenmuscheln durch Beinbewegungen. Darmlose Tiere — so die Bandwürmer (s. 8. Kap.), Kratzwürmer (s. 10. Kap.), die im Meere lebenden Pogonophoren (Band III, S. 422) oder das Weibchen des in höheren Krebsen schmarotzenden Rankenfußkrebsses *Sacculina* — nehmen alle Nahrungsstoffe durch die Haut auf.

Die meisten Tiere besitzen indessen einen Darm, der bei Hohltieren, Strudel- und Saugwürmern sackförmig und dabei oft auch verzweigt ist. Bei allen höheren Tieren verläuft er aber als gestreckter oder gewundener Schlauch durch den Körper und endet mit einem After. Das macht es möglich, daß der Nahrungsstrom fortgesetzt hindurchlaufen kann und daß eine Arbeitsteilung möglich wurde: Wirbeltiere zerkleinern zum Beispiel die Nahrung, machen sie durch Speichel in der Mundhöhle gleitend, durchkneten sie mit Salzsäure und Verdauungsenzymen im Magen und lassen im anschließenden Darmabschnitt weitere Enzyme wirken, wobei Eiweißstoffe, Kohlenhydrate und Fette zu einfacheren Verbindungen abgebaut werden; anschließend werden diese Verbindungen durch die Darmwand aufgenommen (Resorption), und die unverdaulichen Reste schließlich durch den Enddarm ausgestoßen. Durch von vorn nach hinten fortschreitende Zusammenziehung der Darmmuskulatur (Peristaltik) wird der Nahrungsbrei langsam durch den Darm bewegt.

Eiweißstoffe werden durch besondere Enzyme (Peptidasen; bei Wirbeltieren sind es Pepsin, Trypsin und Erepsin) in Aminosäuren aufgespalten; Kohlenhydrate werden durch Karbohydrasen in einfache Zucker (Monosaccharide, wie z. B. Trauben- und Fruchtzucker) zerlegt, Fette durch Lipasen in Glycerin und Fettsäuren gespalten. Dann nehmen die Darmwandzellen alle diese Spaltprodukte auf. Bei Wirbeltieren gelangen Aminosäuren und Zucker durch das Pfortadersystem zur Leber, wo sie zum Teil umgebaut und gespeichert, zum Teil an die weiterführende Blutbahn abgegeben werden. Aus den Fettsäuren werden schon in den Darmzellen arteigene Fette aufgebaut, die von dort über besondere Chylusgefäße in die Blutbahn gelangen.

Atmung

Die für die Lebensleistungen notwendige Energie erhalten die Tiere hauptsächlich durch »Verbrennung« von Nährstoffen mit Hilfe von Sauerstoff (»biologische Oxydation«). Da Sauerstoff nicht gespeichert werden kann, muß er laufend durch Atmung aufgenommen werden. Nach den physikalischen Gesetzen der gegenseitigen Durchdringung von Gasen (Diffusion) vermag der Sauerstoff in alle zarteren Gewebe einzudringen, wenn deren Sauerstoffgehalt geringer ist als in der umgebenden Luft (21 v. H.) oder im umgebenden Wasser (0,5 bis 1,5 v. H.). Bei fast allen mikroskopisch kleinen und manchen nackthäutigen größeren Arten sind keine besonderen Atemorgane ausgebildet. Viele andere Wassertiere, besonders solche mit festerer Körperdecke, besitzen aber zarthäutige, stark verzweigte, also oberflächenreiche und gut durchblutete Kiemen, in die der Sauerstoff leicht eindringen kann. Luftat-

mende Wirbeltiere und Landschnecken versorgen sich vornehmlich durch ihre Lungen mit Sauerstoff, Kerbtiere, Tausendfüßler und viele Spinnentiere durch ein System feinsten Luftkanälchen (Tracheen). Aber auch Wirbeltiere nehmen zusätzlich durch die Haut Sauerstoff auf, Wasserfrösche sogar etwa die Hälfte des notwendigen Bedarfs.

In den Kiemen und Lungen gelangt der Sauerstoff in die dort sehr fein verzweigte Blutbahn, wo er an Blutfarbstoffe lose angebunden (adsorbiert) wird, so daß er an die Gewebe leicht wieder abgegeben werden kann. Bei Wirbeltieren haben die roten Blutkörperchen die Aufgabe, mit Hilfe des in ihnen enthaltenen Blutfarbstoffs Hämoglobin den Sauerstoff an alle Gewebe heranzuführen.

In dem fein verzweigten Gefäßsystem, das bei den meisten Tieren vorhanden ist, treiben das Herz oder zusammenziehbare Gefäßabschnitte das Blut durch den Körper. Es versorgt dabei die Gewebe zugleich mit Nährstoffen, führt Abfallstoffe und Kohlensäure fort und transportiert außerdem Hormone und Schutzstoffe gegen Gifte (Antitoxine). Vielfach dient Blut auch zum Wundverschluß, besonders bei Wirbeltieren. Den Schwämmen, Hohltieren, niederen Würmern sowie einzelnen sehr kleinen Arten höherer Tiergruppen fehlen Blutgefäße.

Die für die Aktivität der Tiere notwendige Energie wird aus den Nährstoffen durch die sogenannte Zellatmung frei gemacht. Dabei spielen die Atemenzyme in den Mitochondrien (s. S. 27) eine entscheidende Rolle. Enzyme (s. S. 31) sind Eiweißverbindungen, die in geringen Mengen Reaktionen, besonders Spaltungen von Verbindungen, bewirken, ohne selbst verbraucht zu werden. Als Endprodukte vollständiger »Verbrennung« von Kohlenhydraten und Fetten entstehen Kohlensäure und Wasser, von Eiweißstoffen auch noch andere Verbindungen (s. Abscheidung, S. 33). Die bei den verwickelten Umsetzungen frei werdende Energie wird zum Aufbau energiereicher Verbindungen (vor allem Adenosintriphosphorsäure = ATP) verwendet. Bei deren Abbau in den Muskeln und anderen Geweben wird dann die chemische Energie weitgehend in mechanische Energie zur Durchführung von Bewegungen umgesetzt.

Bei den meisten Umsetzungen von Verbindungen entsteht auch Wärme, die bei den wechselwarmen (poikilothermen) Tieren an die zeitweilig kühlere Umwelt abfließt. Bei den Warmblütern (Homöothermen), also bei Vögeln und Säugetieren, verringern das Feder- und Haarkleid den Wärmeabfluß in starkem Maße, und besondere Regulationseinrichtungen halten die Körpertemperatur auf annähernd gleicher Höhe (Zusammenziehung der Hautgefäße bei Kälte, Regelung der Stoffwechselintensität im Sommer und Winter besonders durch Hormone der Schilddrüse, bei besonderen Anstrengungen durch die Nebennieren). Diese erhöhte Körpertemperatur ist von großem Vorteil, weil dadurch fast alle biochemischen Umsetzungen im Körper schneller ablaufen und so intensivere Lebensleistungen möglich sind. Bei Säugetierarten beträgt die Körpertemperatur 35 bis 40 Grad Celsius, bei Singvögeln bis zu 43,5 Grad Celsius. Übrigens haben auch viele große Insekten während des Fluges eine Körpertemperatur von 34 bis 35 Grad Celsius, und die gleiche Wärme herrscht in einem Bienenstock.

Körpertemperatur

Abscheidungsorgane

Bei den Energiewechselvorgängen in den Zellen entstehen auch Stoffe, für die der Körper keine Verwendung hat oder die sogar schädlich sind. Diese Abscheidungsstoffe (Exkrete) werden bei Einzellern, Hohltieren, in geringerem Grade auch noch bei manchen höheren Tieren durch die Haut abgegeben. Zumeist haben sich aber bei höheren Tieren besondere Abscheidungsorgane herausgebildet, welche die Stoffe gewöhnlich gelöst in Wasser an die Umwelt abgeben. Bei Würmern finden sich schlauchförmige Nephridien (s. 12. Kap.), bei Wirbeltieren Nieren, bei Kerbtieren Malpighische Gefäße (s. Band II, S. 26, 39 u. 217). Die beim Eiweißabbau entstehenden stickstoffhaltigen Verbindungen werden bei höheren Tieren zunächst in chemisch schwer reagierende Stoffe umgebaut, so daß sie auf dem Wege bis zur Körperoberfläche keinen Schaden anrichten können. Insekten, Kriechtiere und Vögel bilden dafür Harnsäure, die kristallisiert als das Weiße im Kot erkennbar ist; und Säugetiere erzeugen vornehmlich Harnstoff.

Hormone

Damit ein geordneter Lebensablauf gewährleistet ist, müssen alle Stoffwechselvorgänge stetig aufeinander abgestimmt sein. Diese Regulierung geschieht durch das Nervensystem und durch »Botenstoffe«, Hormone, die in winzigen Mengen die Tätigkeit von Organen und Strukturen zu beeinflussen vermögen. Die meisten Hormone werden den Organen auf dem Blutweg zugeführt. Bei Wirbeltieren bewirkt ein Hormon der in der Halsgegend gelegenen Schilddrüse (Thyroxin) eine allmähliche Steigerung der Stoffwechselintensität. Auch bedingt es die Umwandlung von Kaulquappen und anderen Lurchlarven in erwachsene Tiere und ruft bei Vögeln zur Zugzeit Unruhe hervor. Das Adrenalin des Nebennierenmarks wirkt auf das sympathische Nervensystem ein und steigert damit sehr schnell den Stoffwechsel vor allem durch Erregung der Leber zur Abgabe von Reservestoffen, was besonders bei kurzfristigen Anstrengungen wichtig ist. Hormone der Bauchspeicheldrüse (Insulin und Glukagon) regeln besonders den Kohlenhydrat-Stoffwechsel; andere Hormone beeinflussen den Kalkstoffwechsel, Mineralstoffwechsel und Wasserhaushalt. Alle diese Hormondrüsen werden ihrerseits von Hormonen der Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) angeregt und gesteuert. Hier bilden sich auch Hormone, die das Wachstum fördern und die Entwicklung der Geschlechtszellen, besonders auch den Zyklus der weiblichen Eireifung, regeln. Andere Geschlechtshormone werden in den Zwischenzellen der Hoden und in den Zellgruppen, welche die heranreifenden Eizellen umgeben (Follikeln), gebildet; sie bedingen die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. Das männliche Geschlechtshormon (Testosteron) vermag auch Kampfinstinkte und Imponiergehabe (s. Verhalten, S. 62) auszulösen. Der Gelbkörper, der von den Resten der Eifollikel gebildet wird, scheidet Prolaktion ab, das die Milchbildung anregt, aber auch Mütterlichkeitsinstinkte weckt.

Auch bei den Erregungsvorgängen der Nerven sind Hormone beteiligt, die in den Nervenzellen selbst gebildet werden (Acetylcholin, Adrenalin, Noradrenalin). Wahrscheinlich stellen diese Stoffe die stammesgeschichtlich zuerst entstandenen Hormone dar, denn sie finden sich auch bei wirbellosen Tieren und selbst bei Einzellern. Bei Gliederfüßern regeln Hormone, die in umgewandelten Nervenzellen (neurosekretorischen Zellen) gebildet werden, die Häutung, Verpuppung, die Ausbildung des erwachsenen Zustands, den

aktiven Farbwechsel, aber auch die Tätigkeit von Herz, Darm und Ausscheidungsorganen.

Da fast alle Tierarten beweglich sind, weil sie ihre besondere Nahrung und den Fortpflanzungspartner finden und vor Feinden und schädlichen Witterungseinflüssen Schutz suchen müssen, haben sich im Laufe der Stammesgeschichte Sinnesorgane entwickelt, mit denen sie sich über ihre Umwelt unterrichten können. Solche Sinnesorgane haben sich vor allem für mechanische Reize (Berührung mit der Umwelt) herausgebildet, weiterhin für chemische Reize, besonders für solche, die von der Nahrung oder vom Fortpflanzungspartner ausgehen, ferner für Temperaturreize und für Lichtreize, die ein Reagieren auf Gegenstände in einer größeren Entfernung gestatten. Verschiedene Tiergruppen besitzen auch Sinnesorgane, die auf Schallwellen, Schwere- oder elektrische Felder (z. B. bei elektrischen Fischen) ansprechen.

Die wahrnehmbaren Lichtstrahlen stellen nur einen kleinen Bereich der elektromagnetischen Schwingungen dar. Zur Feststellung von kürzeren Schwingungen, wie Röntgenstrahlen, oder längeren, wie Radiowellen, haben die Tiere keine Sinnesorgane ausgebildet, weil diese Wellenbereiche keine Bedeutung für ihre Lebensweise haben. Auch bei anderen Umweltfaktoren ist es jeweils nur ein bestimmter, biologisch bedeutsamer Bereich, auf den die verschiedenen Tierarten reagieren. Viele höhere Säugetiere, auch wir Menschen, nehmen nur Schallwellen von sechzehn bis etwa zwanzigtausend Schwingungen in der Sekunde wahr, die meisten Fledermäuse aber auch noch bis siebzigtausend (im Höchstfall 175 000). Auch Heuschrecken haben ähnliche obere Wahrnehmungsgrenzen. Die Sinnesorgane der Tiere sind also so beschaffen, daß sie aus den vielen Umweltfaktoren eine Auswahl treffen, indem sie nur auf diejenigen ansprechen, die jeweils für sie nützlich sind. Menschen und viele Säugetiere hören nichts von dem Ultraschall, den Fledermäuse und Heuschrecken erzeugen, da Ultraschall ebenso wenig eine besondere Bedeutung für sie hat wie die unsichtbaren, aber von Bienen und Ameisen wahrgenommenen Ultraviolettstrahlen.

Schon einzellige Tiere antworten in bestimmter Weise auf verschiedene Reize; fast alle sprechen auf Berührung und chemische Reize an, die von der Nahrung oder vom Fortpflanzungspartner ausgehen, viele Arten auf Licht, manche auch auf elektrische Ströme. Vielzellige Tiere empfangen die Berührungs- und Temperaturreize entweder durch fein verzweigte Nervenendigungen oder durch besondere Sinnesorgane; bei Gliederfüßern sind es Tastborsten, bei Wirbeltieren zum Teil auch Tastkörperchen, die lamellenartige elastische Zellen enthalten. Die Sinneszellen der wirbellosen Tiere laufen in einen mehr oder minder langen Nervenfortsatz aus. Bei Wirbeltieren gibt es außer solchen »primären Sinneszellen« (Riechzellen, Sehzellen) auch »sekundäre Sinneszellen«, die keinen eigenen Nervenfortsatz besitzen, aber von fein verzweigten Nervenenden umhüllt sind, an die sie ihre Erregung weitergeben (Tastkörperchen, Schmeckzellen, Hörzellen, Zellen des Schwere- und Bewegungssinnes im Labyrinth).

Während der stammesgeschichtlichen Höherentwicklung der Tiere haben sich die einzelnen Sinnesorgane in der Weise vervollkommen, daß sie zunehmend mehr und verschiedenartig reagierende Sinneszellen ausbildeten. Dadurch

Sinnesorgane

wurde es möglich, in den Reizgruppen mehr Einzelheiten zu unterscheiden und plastischer darauf zu antworten. So können zum Beispiel Regenwürmer mit ihren verstreuten lichtempfindlichen Zellen nur Hell und Dunkel unterscheiden. Borstenwürmer des Meeres vermögen die Richtung des Lichteinfalls mit Grubenaugen wahrzunehmen; und die Blasenaugen der Kopffüßer (s. Band III, S. 190) und der Wirbeltiere, die noch viel reicher an Sehzellen sind, erlauben schließlich sogar ein Bildsehen und damit ein Reagieren auf Einzelheiten des Bildes.

Sinnesorgane mit gleicher Aufgabe können bei den einzelnen Tiergruppen an sehr verschiedenen Körperstellen gelegen sein. Bei nackthäutigen Fischen, wie den Welsen, finden sich Schmeckzellen über den Körper verteilt bis zum Schwanzende hin. Manche Arten von Fliegen und Tagfaltern haben Schmeckzellen unter den Fußgliedern (Tarsen). Riechzellen liegen bei Insekten, zu Geruchskegeln oder Porenplattenorganen vereint, in großer Zahl auf den Fühlern. Hörorgane der Insekten liegen entweder an der Brust, so bei Feldheuschrecken und manchen Nachtfaltern, oder am Hinterleib (bei Zikaden), oder an den Unterschenkeln der Vorder- und Mittelbeine (bei Laubheuschrecken) oder an der Fühlerbasis (bei Mücken).

Manche Sinnesorgane dienen nicht der Wahrnehmung von Reizen der Umwelt, sondern unterrichten das Tier über Vorgänge im eigenen Körper und über die jeweilige Lage der Körperteile zueinander. Als solche »Propriorezeptoren« wirken zum Beispiel bei vielen Insekten feine Tastborsten zwischen Kopf und Brust oder Brust und Hinterleib, bei Säugetieren die Vater-Pacinischen Lamellenkörperchen an Muskeln und Sehnen.

Bei uns Menschen entsprechen den meisten von den Sinneszellen ausgehenden Erregungen Sinnesempfindungen. Wir sehen, hören, schmecken, riechen, haben Tast- und Temperaturempfindungen usw. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch Tiere, zumindest höher entwickelte, ähnliche Empfindungen erleben. Viele tagaktive Säugetiere vermögen Farben zu unterscheiden ähnlich wie wir selbst, und es ist anzunehmen, daß sie auch entsprechende Empfindungen haben, weil die Erregungsabläufe im Auge und Hirn in gleicher Weise geschehen wie beim Menschen. Wir können aber nicht wissen, welches Farberlebnis eine Biene hat, die noch ultraviolette Strahlen wahrzunehmen vermag, oder welcher Art die Empfindungen eines elektrischen Fisches sind, der fähig ist, Änderungen eines elektrischen Feldes aufzunehmen. Dressurversuche haben allerdings erwiesen, daß zum Beispiel Fische und Bienen eine weiße oder graue Stelle am Rande einer Farbfläche so wie wir Menschen in der Gegenfarbe (Komplementärfarbe) sehen, also eine weiße oder graue Partie um ein oranges Innenfeld herum als blauen Rand.

Nervenzellen

Nervenzellen (Neuronen), an die auch die Erregungen der Sinneszellen weitergegeben werden, finden sich bei allen vielzelligen Tieren mit Ausnahme der Mittel-tiere (Mesozoen; s. S. 138) und Schwämme (s. S. 138). Diese Zellen besitzen bei Hohltieren (s. S. 176) nur wenige fadenartige Fortsätze, die Erregungen in beiden Richtungen leiten können. Bei allen anderen Tiergruppen führen viele meist sehr reich verzweigte Fortsätze (Dendriten) die Erregungen dem Zellkörper zu, während ein langer, am Ende sich gleichfalls stark aufzweigender Fortsatz (Axon oder Neurit) die Erregungen fort-

leitet. In vielen Fällen sind die Axone oder die Dendriten mehrerer Nervenzellen zu einem Nerv vereinigt, der von einem Sinnesorgan zu einem Nervenzentrum oder zum Gehirn führt (sensorische, afferente Fasern), oder von dort zu Muskeln oder Drüsen (motorische bzw. allgemein efferente Fasern). Wird ein Nerv durchschnitten, so gehen die vom Zellkörper abgetrennten Fortsätze zugrunde, während die Faserstümpfe von der Zelle her wieder auswachsen können.

Nachdem im Laufe der Stammesgeschichte die Nervenzellen auf der Stufe niederer vielzelliger Tiere entstanden waren, wurden sie bei allen sich entwickelnden höheren Tieren beibehalten, vermehrt und vervollkommenet, da sie in mehrfacher Hinsicht Vorteile boten. Durch die langen Fortsätze konnten Erregungen von einem Körperteil zum anderen geleitet werden, und so war es möglich, die Tätigkeiten der einzelnen Organe aufeinander abzustimmen. Das war eine der wesentlichsten Voraussetzungen für die Entstehung größerer Tiere. Bewährt haben sich nun im weiteren Gang der Stammesentwicklung besonders gewisse Verknüpfungen von Nervenbahnen, die dann beibehalten wurden, weil sie bewirken, daß Sinneserregungen, die für eine Tierart eine besondere Bedeutung haben, über ein Nervenzentrum jeweils Muskelbewegungen oder Drüsentätigkeiten auslösen, die zur Beantwortung der Sinnesreize vorteilhaft sind. Derartige Reflexe erlauben dem Tier also, automatisch in sinnvoller Weise zu reagieren. Wenn zum Beispiel ein Frosch durch ein auf seinem Rücken sitzendes Insekt gereizt wird, so führt die entsprechende Erregung über eine Schaltung im Rückenmark zu einer Bewegung eines Hinterbeins, mit dem er das Insekt fortwischt. Alle Tiere und auch wir Menschen verfügen über eine große Zahl solcher erblich übermittelter Reflexbahnen; durch die Nahrungsaufnahme, Drüsentätigkeit, Ablauf artgemäßer Fortpflanzungshandlungen und andere Lebensleistungen gesichert sind. Reflexe bilden zugleich auch die Grundlage der komplizierteren Instinkthandlungen (s. Verhalten, S. 66), bei denen auch die von der Umwelt ausgelösten Sinnesreize steuernd eingreifen.

Reflexe

Instinkthandlungen

Die Herausbildung von Nervenzellen hat aber auch noch einen weiteren sehr wesentlichen Vorteil ergeben: Die in ihnen ablaufenden Erregungen können Spuren hinterlassen, die als Gedächtnisspuren (Engramme) den Ablauf späterer Erregungen zu beeinflussen vermögen. Darauf beruhen Lernfähigkeit und Gedächtnis — Eigenschaften, die für das Verhalten aller höheren Tiere und für die stammesgeschichtliche Entwicklung des Menschen von entscheidender Bedeutung waren.

Gedächtnisspuren

Bei der Entstehung und Fortleitung der Erregung längs den Nervenfasern treten feinste elektrische Ströme auf, die es uns gestatten, den Weg der Erregungen und ihr Zusammenwirken im Gehirn festzustellen; das geschieht durch Ableitung mit feinsten Elektroden und vieltausendfache Verstärkung durch Kathodenstrahl-Oszillographen. Die Leitungsgeschwindigkeit der Erregung in den Nervenbahnen ist bei höheren Tieren größer als bei niederen. Bei Nerven im Kriechfuß der Weinbergschnecke beträgt sie fünf bis vierzig Zentimeter, bei Beinnerven der Katze hingegen achtzig bis 119 Meter in der Sekunde.

Leitungsgeschwindigkeit der Erregungen in den Nervenbahnen

Während bei fast allen Hohltieren die Nervenzellen netzartig über den

Nervenzentren ganzen Körper verteilt sind, haben sich in den anderen Tierstämmen durch Anhäufung von Nervenzellen Zentren herausgebildet; sie bieten den Vorteil, daß viele Erregungen miteinander verknüpft werden können und eine einheitliche Regelung der Tätigkeit aller mit dem Zentrum verknüpften Organe bewirkt werden kann. Bei Ringelwürmern und Gliederfüßern sind solche Zentren zu einem Strickleiter-Nervensystem, einem Bauchmark, zusammen gefaßt. Die Brustzentren vermögen zum Beispiel die geordnete Bewegung der Beine zu bestimmen. Von dem übergeordneten Gehirn können die Bewegungen aber gehemmt oder in Gang gesetzt werden. In vielen Stammesreihen der Wirbeltiere ist das Gehirn zunehmend reicher an Nervenzellen geworden, und zugleich hat sich eine Arbeitsteilung unter den verschiedenen Hirngebieten herausgebildet. Zudem wurde das Vorderhirn (Großhirn) noch in viele Gebiete mit verschiedener Funktion aufgeteilt. Von hier aus werden alle komplizierteren Verhaltensweisen geschaltet, besonders diejenigen, die dem Willen unterliegen. Vor allem stellt das Vorderhirn auch noch ein Speicherorgan für viele Gedächtnisspuren dar.

Sympathisches Nervensystem Das Rückenmark leitet die Sinneserregungen zum Gehirn und die motorischen Erregungen von dort zu den Körperteilen. Zugleich ist es aber auch ein selbständiges Nervenzentrum, das die geordnete Bewegung der Gliedmaßen bewirkt und verschiedene Reflexe schaltet. Ein sympathisches Nervensystem regelt weitgehend unabhängig vom Gehirn die Tätigkeit der Eingeweideorgane, greift aber auch erregend oder hemmend in andere Lebensvorgänge ein.

Fortpflanzung Im Laufe des Lebens verändern sich viele Gewebe des Körpers in einer nicht wieder rückgängig zu machenden Weise. Es kommt zum Altern und schließlich zum Tode. Die Tierarten konnten daher nur fortbestehen, wenn sie sich fortpflanzten. Dazu war es nötig, daß bestimmte Zellen oder Zellgruppen undifferenziert blieben, so daß sie noch die Fähigkeit besitzen, bei ihrer Vermehrung in einer folgenden Generation alle Strukturen und Organe aus sich hervorgehen zu lassen (totipotente Zellen).

Ungeschlechtliche Vermehrung Einzellige Tiere vermögen sich durch Zweiteilung zu vermehren, wobei wie bei jeder normalen Zellteilung erst der Kern und dann der Zellkörper geteilt wird. Die beiden Tochterzellen sind dann zunächst kleiner und haben dadurch eine im Verhältnis zum Rauminhalt große Oberfläche. Da dies für den Stoffwechsel günstig ist, bedeutet es eine Verjugendlichung. Eine solche ungeschlechtliche Vermehrung liegt auch bei Sporentieren (s. S. 115) vor; sie bilden kleine Sporen, aus denen je ein Einzeltier entsteht. Manche vielzelligen Tiere — besonders Schwämme, Hohltiere, einige Strudelwurm- und Borstenwurmarten, ferner Moostierchen und Salpen — können sich durch Knospung vermehren; wobei jugendliche, noch nicht oder wenig differenzierte Gewebepartien abgeschnürt werden. Um eine Art ungeschlechtlicher Vermehrung handelt es sich auch, wenn sich Keime von Säugetieren auf der Zwei- oder Vierzellenstufe zerteilen, so daß eineiige Zwillinge oder Vierlinge entstehen. Bei Gürteltieren kommen sogar regelmäßig eineiige Vierlinge oder Achtlinge zustande.

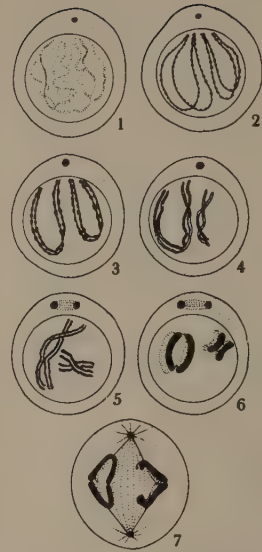
Geschlechtliche Fortpflanzung Schon bei Einzellern hat sich daneben aber auch eine geschlechtliche Fortpflanzung entwickelt: Zwei Fortpflanzungszellen, fast stets Ei und Samen-

zelle, die gewöhnlich von zwei verschiedenen Einzeltieren stammen, verschmelzen miteinander. Bei dieser Befruchtung bleiben aber die Chromosomen der Partner getrennt, so daß ein doppelter (diploider) Chromosomensatz entsteht. Bei weitaus den meisten Tieren haben daher alle Körperzellen, die durch Teilungen aus der befruchteten Keimzelle hervorgehen, und damit auch die unreifen Geschlechtszellen den doppelten (in manchen Körperzellen auch noch vervielfachten) Satz. Bei der stammesgeschichtlichen Herausbildung der Geschlechtlichkeit mußte sich deshalb zugleich ein Mechanismus entwickeln, durch den der doppelte Chromosomensatz wieder halbiert (haploid) wird; denn sonst würde er in den folgenden Generationen bei der Befruchtung vervierfacht, verachtzefacht, versechzehnfacht und immer weiter ums Doppelte erhöht werden. Diese Verringerung auf die halbe Chromosomenzahl geschieht durch die Reifungsteilungen (Reduktionsteilungen oder Meiose); bei ihr legen sich die jeweils einander entsprechenden väterlichen und mütterlichen Chromosomen, welche die gleichen Erbmerkmale steuern, zusammen, so daß bei einer Zellteilung einmal ganze Chromosomen auf die beiden Tochterzellen verteilt werden und nicht wie bei normalen Zellteilungen Spalthälften von Chromosomen.

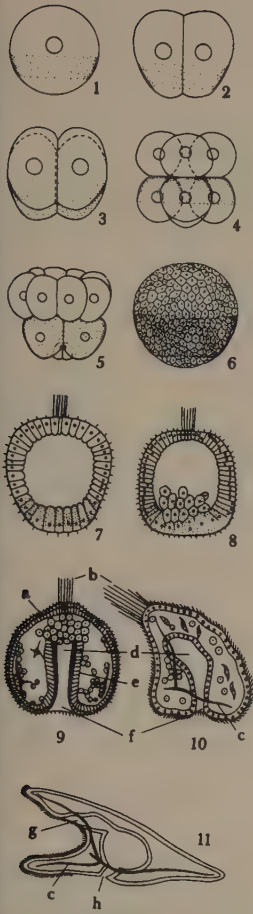
Die Bedeutung der Zweigeschlechtlichkeit der meisten Tiere beruht aber weniger auf der damit verknüpften Fortpflanzung als darauf, daß die stets etwas unterschiedlichen Erbanlagen zweier Einzeltiere zu neuen Verbindungen zusammentreten. Das ist wichtig, weil in jeder Generation scharfe natürliche Auslesevorgänge stattfinden, denen immer nur ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz von Individuen gewachsen ist. Bei außergewöhnlichen Umweltbedingungen, etwa in sehr kalten Wintern, bei Auftreten neuer Krankheitserreger, neuer Feinde oder neuer überlegener Nahrungskonkurrenten vermögen oft nur wenige Tiere einer Bevölkerung zu überleben. Und beim Auftreten neuer seuchenhafter Erkrankungen überdauern meist lediglich einzelne nicht anfällige Varianten.

Viele wirbellose Tiere, wie Bandwürmer, Saugwürmer, Regenwürmer, Lungenschnecken und andere, sind Zwitter (Hermaphroditen); sie besitzen männliche und weibliche Keimzellen. Tiere dieser Art werden meist erst männlich geschlechtsreif und begatten sich gegenseitig, wobei sie die Samenfäden des Paarungspartners in einer besonderen Samentasche aufbewahren, bis die Eizellen reif werden (Proterandrie). In anderen Fällen liegt ein Generationswechsel vor; ungeschlechtlich und geschlechtlich vermehrte Generationen wechseln miteinander ab, zum Beispiel bei Malaria-Erregern, Hohltieren, Moostieren und Manteltieren, oder zweigeschlechtliche Generationen folgen auf solche, bei denen die Einzeltiere aus unbefruchteten Eiern, also durch Jungferzeugung (Parthenogenese), hervorgehen. Diese Jungferzeugung findet sich bei Saugwürmern, Rädertierchen, Wasserflöhen, Blattläusen, Bienen und anderen Gruppen.

Bei zweigeschlechtlichen Tieren ist zumeist die Fortpflanzung vieler Einzeltiere am besten gesichert, wenn ebenso viele Männchen wie Weibchen vorhanden sind. Eine Geschlechtsbestimmung, die das bewirkt, kommt in zahlreichen Fällen dadurch zustande, daß eines der Geschlechter – gewöhnlich das



Schema der Reifeteilung (Meiose) einer Samenzelle (Spermatocyte). 1 Herausbildung der Chromosomen als dünne Fäden. 2 Beginn der paarweisen Anordnung der übereinstimmenden (homologen) Chromosomen. 3 und 4 weitere Veränderungen unter fortschreitender Verkürzung der Chromosomen: 3 enge Paarung in dicken Doppelfäden, 4 Lokierung der Paarung, Hervortreten des Längsspalts (Vierstrangstadium, Tetraden), die Paarlinge sind umeinander gewunden. 5 und 6 weitere Verkürzung der Tetraden in der Prophase der I. Reifeteilung. 7 Anaphase der I. Reifeteilung.



Furchungsteilungen, Keimblätterbildung (Gastrulation) und Larvenbildung eines Seeigels. 1 Befruchtetes Ei. 2–5: Furchungsteilungen. 5 Sechzehn-Zellen-Stadium. 6 Blastula. 7 Schnitt durch die Blastula. 8 Einwanderung von Zellen des mittleren Keimblatts (Mesenchymzellen). 9 Schnitt durch die Gastrula. 10 und 11 Längsschnitte durch junge Larven. a Ektoderm, b Wimperschopf, c Skelettstäbe, d Urdarm, e Entoderm, f Urmund, g endgültiger Mund, h After.

Entwicklung

Männchen — zwei verschiedene Typen von reifen Geschlechtszellen hervorbringt, weil ein Paar von Chromosomen im doppelten Satz der Urgeschlechtszellen verschiedenartig ist. Die Hälfte der Samenfäden von Säugetieren zum Beispiel enthält ein sogenanntes X-Chromosom, die andere Hälfte ein Y-Chromosom, während alle reifen Eier nur ein X-Chromosom besitzen. So entstehen bei der Befruchtung ebenso häufig XY-Typen (Männchen) wie XX-Typen (Weibchen). In anderen Fällen hat das X-Chromosom im doppelten Chromosomensatz keinen Partner (XO = Männchen, XX = Weibchen). Wieweit außer dieser erblichen (genotypischen) auch eine nichterbliche (phänotypische) Geschlechtsbestimmung im Tierreich vorkommt, bei der erst in späteren Entwicklungsstufen das Geschlecht durch Umwelteinflüsse bestimmt wird, ist noch nicht ausreichend geklärt. Bei manchen Einzellern, Hohltieren, Ringelwürmern und anderen Tieren kann eine nichterbliche Geschlechtsbestimmung möglicherweise auch durch das Zusammenwirken mehrerer Erbfaktoren, welche die Geschlechtlichkeit bestimmen, und durch eine anfänglich unvollkommene Ausbalanciertheit in der Ausprägung männlicher und weiblicher Merkmale gedeutet werden. Bei allen Zwittern teilen sich die zunächst neutralen Urgeschlechtszellen erst im Laufe der Embryonalentwicklung in männliche und weibliche Keimzellen.

In vielen Fällen von eindeutiger Zweigeschlechtigkeit können jedoch die Geschlechter durch bestimmte Einflüsse umgewandelt werden. Bei dem Meeresborstenwurm *Ophryotrocha puerilis* sind die heranwachsenden Tiere zunächst männlich und werden erst im ausgewachsenen Stadium zu Weibchen. Schneidet man nun von einem Weibchen die hinteren zwei Drittel ab, so verwandelt sich der restliche Vorderkörper wieder in ein Männchen. Selbst bei Wirbeltieren läßt sich das erblich bestimmte Geschlecht in vielen Fällen umwandeln, wenn während der Entwicklung mehrmals das Sexualhormon des anderen Geschlechts eingespritzt wird. Männlich bestimmte Hühnerkeimlinge können auf diese Weise zu Hennen, weiblich bestimmte Nagetiere zu Männchen werden.

Im Laufe der Höherentwicklung der Tiere hat sich zumeist ein stärkerer Unterschied der Geschlechter herausgebildet. Bei vielen Gliederfüßern, besonders bei Kerbtieren, aber vor allem auch bei Wirbeltieren, erleichtern verschiedene Färbungen, Lautäußerungen, Duftstoffe oder abweichende Instinkte der Männchen und Weibchen die gegenseitige Erkennung der Fortpflanzungspartner. Oft sind männliche Insekten beweglicher und mit besseren Sinnesorganen ausgerüstet; männliche Wirbeltiere besitzen vielfach besondere Werbe- und Balzinstinkte und verteidigen das Brutgebiet. Soweit bei den Tieren besondere Brutpflege-Instinkte auftreten, sind sie bei den Weibchen gewöhnlich stärker oder ausschließlich gebildet.

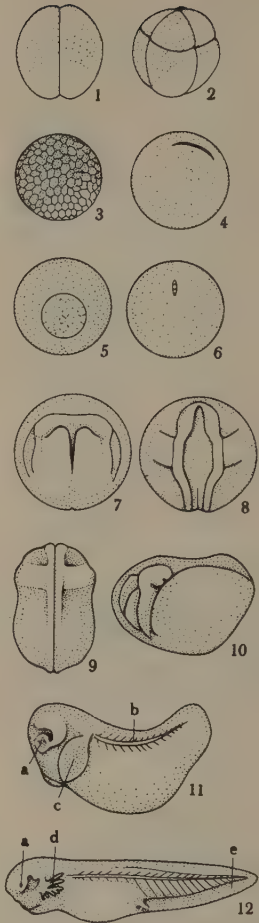
Die auf die Befruchtung oder Knospung folgende Entwicklung des Einzelieres (individuelle Entwicklung oder Ontogenese) vielzelliger Tiere verläuft in der Weise, daß sich die Zellen mehrfach teilen und dabei allmählich unterschiedlich werden; so entstehen verschiedene Gewebetypen, Organanlagen und schließlich fertige Organe. Bei den meisten Tieren wird die befruchtete Eizelle zunächst durch eine Reihe von Zellteilungen in immer kleinere Zellen zerteilt. Diese »Furchungsteilungen« enden in vielen Fällen mit der Bil-

dung einer einschichtigen Keimblase (zum Beispiel bei Hohltieren, Stachelhäutern, Säugetieren) oder einer Keimscheibe (so bei Kopffüßern, Fischen, Vögeln). Anschließend Zellvermehrungen führen zu Faltungen und Wucherungen und damit meist zur Herausbildung eines äußeren und eines inneren Keimblattes (Ektoderm und Entoderm). Bei Schwämmen und Hohltieren sind alle Gewebe und Organe Gebilde dieser beiden Keimblätter, die übrigens bei Schwämmen nicht immer eindeutig ausgebildet sind. Alle höheren Tiere entwickeln noch ein mittleres Keimblatt (Mesoderm) oder entsprechende Zellgefüge.

Durch weitere Sonderungen entsteht dann in zahlreichen Tiergruppen — so bei Landschnecken, Kriechtieren, Vögeln und Säugetieren — unmittelbar der Grundbauplan des erwachsenen Tieres. Bei vielen Wassertierarten und den meisten Insekten bilden sich dagegen zunächst ganz anders gestaltete Larven heraus, die durch besondere Organe und eine von den erwachsenen Tieren abweichende Lebensweise ausgezeichnet sind. Raupen von Schmetterlingen haben kauende Mundwerkzeuge und ernähren sich von Blättern; die Schmetterlinge nehmen dagegen mit völlig anders gestalteten Mundwerkzeugen nur Nektar und Wasser zu sich. Die Umwandlung in die Erwachsenenstufe bedingt dann unverhältnismäßig weitgehende und oft schnelle Strukturänderungen. Bei den Insekten mit vollkommener Verwandlung (Käfern, Schmetterlingen, Hautflüglern, Zweiflüglern und anderen) wandeln sich Nervensystem und Lufröhren (Tracheen) allmählich um, während Mundwerkzeuge, Augen, Fühler, Beine und Flügel im Puppenstadium aus undifferenzierten Zellkomplexen (Imaginalscheiben) völlig neu entstehen.

Durch Zerteilung früher Keimlingsstadien ist es deutlich geworden, daß bei vielen Tiergruppen die ersten Furchungszellen noch alle Fähigkeiten haben, ein ganzes Individuum zu bilden. Trennt man bei Seeigelkeimen auf dem Vierzellenstadium die einzelnen Zellen voneinander, so entstehen daraus vier Seeigellarven. In entsprechender Weise ist die gelegentliche Entstehung von »eineiigen« Zwillingen oder Vierlingen, also Mehrlingen mit gleichen Erbanlagen, bei Säugetieren und Menschen zu verstehen. In solchen Fällen haben die ersten zwei oder vier Furchungszellen nicht genügend aneinander gehaftet.

Die Herausbildung der verschiedenen Gewebe und Organe wird vornehmlich durch die in den entsprechenden Zellen wirkenden Erbfaktoren, zum Teil aber auch durch Einflüsse der Umgebung der sich bildenden Gewebe bestimmt. Diese von dem deutschen Nobelpreisträger Hans Spemann (1869 bis 1941) entdeckte Nachbarschaftswirkung (Induktion) wurde zuerst durch Versuche mit Molchkeimen erwiesen. Spemann und seine Mitarbeiter schnitten bei einem Molchkeim auf der Stufe, in der die ersten beiden Keimblätter fertig ausgeprägt waren, die sogenannte obere Urmundlippe heraus — eine Gewebepartie, die zu einem Teil des mittleren Keimblattes werden sollte — und pflanzte sie in der künftigen Bauchseite eines anderen Keimes ein. Durch den Einfluß dieses Gewebes wurde dann bei der weiteren Entwicklung die darüberliegende Bauchhaut gezwungen, ein zweites Rückenmark zu bilden. Eine unter die Bauchhaut eines Molchkeimes geschobene embryonale Augenblase veranlaßte sogar die Bauchhaut, eine Linse für das sich entwickelnde



Entwicklungsstadien des Grasfrosches. 1 und 2 Zwei- und Acht-Zellen-Stadium (punktiert: Pigment). 3 Morula. 4 beginnende Gastrula mit Urmundspalt (schwarz). 5 und 6 Gastrula mit Dotterpfropf. 7 Ausbildung der Medullarplatte (Anlage von Hirn und Rückenmark). 8 und 9 Neurula (Rückenansicht). 10 Neurula (Seitenansicht). 11 Embryo mit Ursegmenten (b) und Anlagen der Saugnapfe (c) sowie der Augen (a). 12 Junge Larve mit äußeren Kiemen (d) und Schwanzflosse (e).

Auge zu bilden. Solche Nachbarschaftswirkungen (Induktionen) sind seitdem in vielen Tiergruppen bei der Organentwicklung nachgewiesen worden.

Regeneration

Viele Tiere sind befähigt, Gewebeteile und auch ganze Organe nach Verlust neu zu bilden. Krebse, Insektenlarven und Molchlarven vermögen verlorengegangene Beine nachwachsen zu lassen. Bei Süßwasserpolyphen und Bachstrudelwürmern geht eine solche Regenerationsfähigkeit sogar so weit, daß aus sehr kleinen Körperteilen wieder ganze Einzeltiere entstehen, weil einzelne in den Geweben verteilte Zellen jeweils noch die Entwicklungsmöglichkeit für die Bildung aller Organe enthalten, also wie die Keimzellen »totipotent« sind. Auch Schwämme, Seesterne und Ringelwürmer sind zu weitgehenden Neubildungen (Regenerationen) befähigt. Bei Vögeln und Säugetieren beschränkt sich die Neubildung dagegen auf die Ausheilung von Wunden und Knochenbrüchen.

Wachstums- geschwindigkeiten

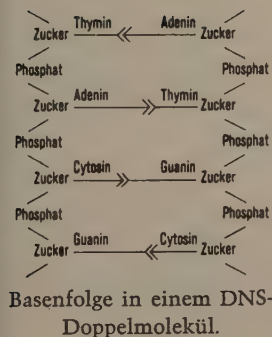
Während ihrer Entwicklung weisen die einzelnen Organe und Strukturen verschiedene Wachstumsgeschwindigkeiten auf. Zum Teil wachsen sie im gleichen Tempo wie der Gesamtkörper oder aber schneller oder langsamer. Das hat zur Folge, daß junge und alte Tiere oder nahe verwandte kleine und große Unterarten oder Arten fast stets andere Körperverhältnisse aufweisen. Bei Nagetieren, Raubtieren, Affen und Menschen wachsen zum Beispiel Kopf und Gehirn in der Embryonalzeit schneller als der Rumpf und sind daher bei der Geburt verhältnismäßig groß. Später wachsen sie relativ langsamer und sind dann im erwachsenen Zustand im Verhältnis zum Körper kleiner. Umgekehrt sind die Beine bei der Geburt verhältnismäßig kurz, wachsen später aber zeitweise schneller als der Rumpf.

Lebensdauer

Gegen Ende des Lebens zeigen sich bei allen Tieren Alterungserscheinungen, die meist mit Veränderung des Bindegewebes und mit dem Abbau von Nervenzellen verbunden sind. Die durchschnittliche Lebensdauer der Einzeltiere ist für jede Tierart weitgehend erblich festgelegt. So leben zum Beispiel die Männchen des Rädertierchens *Hydatina senta* etwa drei Tage, viele Eintagsfliegen ein Jahr, als erwachsene Insekten aber zum Teil nur wenige Stunden lang. Hausmäuse werden durchschnittlich eineinhalb Jahre, Elefanten sechzig bis siebzig Jahre alt.

Vererbung

Um ihre artgemäßen Lebensansprüche befriedigen zu können, müssen die Einzeltiere einer Art in jeder Generation mehr oder minder gleich gebaut sein. Das wird durch Übertragung von Erbanlagen von den Eltern auf die Nachkommen sichergestellt. In den Geschlechtszellen, aus denen eine neue Generation hervorgeht, befinden sich als leitende Erbsubstanz Moleküle von Desoxyribonucleinsäuren, meist kurz als DNS bezeichnet. Diese außerordentlich langen, fadenförmigen Moleküle haben die Fähigkeit, sich in identischer Weise vermehren zu können, so daß viele Keimzellen mit gleichen Erbfaktoren entstehen und auf die jeweils nächste Generation gleiche Erbmerkmale übertragen werden. Überraschenderweise erwies es sich, daß DNS bei allen Tieren aus gleichen Bestandteilen zusammengesetzt ist. Es handelt sich um zwei schraubenförmig umeinander gewundene Stränge, in denen in stetem Wechsel eine Phosphat- und eine Zuckergruppe aneinandergereiht sind. Die Stränge sind untereinander mit vier stets gleichen Basen verknüpft, wobei Cytosin mit Guanin und Adenin mit Thymin gekoppelt sind. Die Unter-



schiede in der Erbsubstanz aller Tiere und der Menschen bestehen im wesentlichen nur darin, daß die Reihenfolge der Basenpaare und die Länge und Anzahl der DNS-Moleküle verschieden sind. Damit wird die Verwandtschaft aller Arten untereinander und die Einheit des Lebens in besonderem Maße verdeutlicht. Neuere Untersuchungen haben auch bereits erkennen lassen, in welcher Weise die Unterschiede in der Reihenfolge der Basenpaare jeweils zur Bildung verschiedener arteigentümlicher Eiweißstoffe und damit zu der artgemäßen Ausprägung des Körpers führen.

Die Einheitlichkeit aller Lebewesen ist auch daran erkennbar, daß die Erbmerkmale bei Pflanzen, Tieren und Menschen den gleichen Vererbungs-gesetzen folgen. Die drei von dem Augustinerabt und Gymnasialprofessor Gregor Mendel (1822–1884) im Jahre 1865 entdeckten grundlegenden Gesetze oder Regeln lauten kurz folgendermaßen:

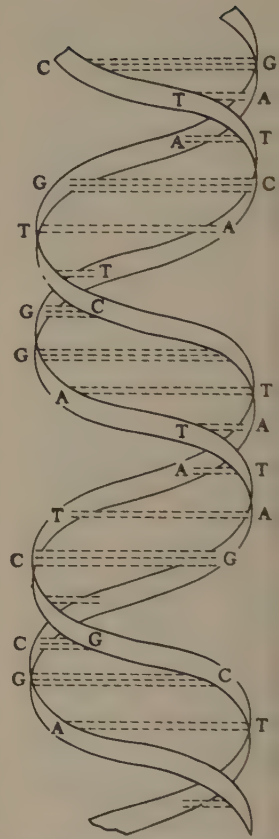
1. Werden zwei Individuen einer Art gekreuzt, die sich nur in einem Erbmerkmal unterscheiden (also etwa schwarzer Hahn und weiße Henne gleicher Rasse), so sehen alle Nachkommen gleich aus; sie stehen also hinsichtlich des betreffenden Merkmalspaars etwa in der Mitte (Färbung grau; Mischerbigkeit) oder weisen nur das Merkmal eines der Elterntiere auf (Färbung z. B. schwarz; überdeckende oder dominante Vererbung).

2. Die Nachkommen dieser Generation zeigen bei Mischerbigkeit zu fünfzig vom Hundert die Mischfarbe (grau) und zu je fünfundzwanzig vom Hundert die reinerbigen Merkmale (schwarz und weiß). Es treten also die Merkmale der Großeltern wieder auf. Bei überdeckender Vererbung entstehen fünfundsiebzig vom Hundert Nachkommen mit dem entsprechenden Merkmal (schwarz), von denen aber nur fünfundzwanzig vom Hundert reinerbig sind, sowie fünfundzwanzig vom Hundert mit dem unterdrückten (rezessiven) Merkmal (weiß).

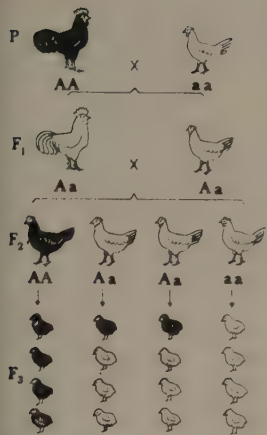
3. Bei Kreuzung zweier Individuen, die sich in mehr als einem Merkmal unterscheiden, verhalten sich die Erbanlagen unabhängig voneinander und können in beliebiger Weise verknüpft werden. Diese Regel gilt aber nur dann, wenn die betreffenden Erbanlagen nicht auf dem gleichen Chromosom liegen, wenn sie also nicht gekoppelt sind.

Das Zustandekommen der Zahlenverhältnisse bei den Mendelschen Regeln konnte erst seit Beginn dieses Jahrhunderts durch die Zellforschung geklärt werden. Wie bereits erwähnt, wird der doppelte Chromosomensatz bei der Reifung von Ei- und Samenzellen auf die Hälfte vermindert. In der ersten mischerbigen Generation entstehen daher bei den Reifungsteilungen sowohl bei den Samenzellen als auch bei den Eizellen je durchschnittlich fünfzig vom Hundert mit der Erbanlage für das eine Merkmal (schwarz) und für das andere (weiß). Bei einer Kreuzung von Individuen dieser ersten mischerbigen Generation können daher gleich häufig vier verschiedene Merkmalsverbindungen auftreten.

In unserem Hühnerbeispiel kann 1. eine Eizelle mit der Anlage für Schwarz von einer Samenzelle mit gleicher Anlage befruchtet werden. Daraus entsteht ein reinerbig schwarzes Huhn. 2. In gleicher Häufigkeit kann durchschnittlich die Anlage für Weiß von Eizelle wie Samenzelle zusammentreffen, wodurch reinerbig weiße Tiere zustande kommen. 3. Es kann aber auch



Modell des Doppelstrangs der DNS nach Watson und Crick (1953). A Adenin, C Cytosin, G Guanin, T Thymin. Die beiden Kettenmoleküle des Doppelstrangs werden durch Wasserstoffbrücken zusammengehalten (gestrichelte Querlinien).



Kreuzung zwischen einer schwarzen und einer weißen Hühnerrasse. Unterschied in einem Merkmalspaar (= Monohybride). Intermediäre Bastarde (Nachkommen mit Zwischenstellung von einzelnen Merkmalen der beiden Elternrassen).

A Gen für Schwarz, a Gen für Weiß, AA Erbformel der (reinerbig) schwarzen, aa der reinerbig weißen, Aa der mischerbigen (heterozygoten), intermediären, stark schwarz und weiß gesprenkelten Hühner, die bei Weiterzucht stets wieder in $\frac{1}{4}$ schwarze, $\frac{1}{2}$ gesprenkelte und $\frac{1}{4}$ weiße spalten. P Eltern- (Parental-) Generation, F_{123} erste, zweite u. dritte Tochter- (Filial-) Generation.

Abstammungslehre

eine Eizelle mit der Anlage für Schwarz mit einer Samenzelle mit der Anlage für Weiß zusammenkommen, oder 4. umgekehrt eine Eizelle mit der Anlage für Weiß mit einer Samenzelle mit der Anlage für Schwarz. So entstehen also je fünfundzwanzig vom Hundert, insgesamt fünfzig vom Hundert, mischfarbene (graue) Tiere.

Bei vielen Merkmalen ist jedoch das Vererbungsgeschehen schwer zu beurteilen, weil an ihrem Zustandekommen mehrere Erbfaktoren beteiligt sind. Oftmals steuert auch ein Erbfaktor (Gen) mehrere Merkmale. Außerdem wirkt bei der Entwicklung der Merkmale manchmal die Umwelt sehr weitgehend ein. Aus der Erscheinungsform, die wir sehen (Phänotypus), kann man daher die Erbanlagen (Genotypus) nicht unmittelbar erschließen.

Meist bleibt jede besondere Erbanlage (jedes Gen) durch Hunderttausende von Generationen unveränderlich. Gelegentlich tritt dann aber eine sprunghafte Änderung (Mutation) auf. Ändern kann sich auch die Anordnung der Gene auf den Chromosomen durch wechselseitigen Austausch von Stücken zweier Chromosomen und ebenfalls die Chromosomenzahl, vor allem durch Vermehrfachung. Diese Mutationen, der sämtliche Lebewesen und alle ihre Erbmerkmale unterliegen, führen in richtungsloser Weise zu Abwandlungen der Bauarten und Leistungen. Da sie eine in langer Stammesgeschichte erworbene Harmonie stören, sind sie meist unvorteilhaft oder schädlich und oft sogar tödlich. Nur in wenigen Fällen erweisen sie sich als ein Vorteil. Infolge derartiger Mutationen und der bei der Befruchtung stetig zustandekommenden Verbindungen von Erbmerkmalen zeigen alle Arten eine mehr oder minder große Veränderlichkeit. Dadurch können sie sich auch im Laufe der Zeit allmählich wandeln.

Erst zu Anfang unseres Jahrhunderts wurden die Mutationen entdeckt. Doch schon lange zuvor hatte man erkannt, daß die Arten nicht unveränderlich sind. Diese Erkenntnis führte zur Abstammungslehre, die vornehmlich von Jean Baptiste Lamarck (1744–1829) im Jahre 1809 begründet und später von Charles Darwin (1809–1882) im Jahre 1859 erhärtet wurde. Darwins Mitstreiter und Nachfolger fügten dem noch weitere Beweise hinzu. Fossile Reste von Tieren aus nacheinander abgelagerten Gesteinsschichten führten zu der Erkenntnis, daß sich die Arten allmählich in andere Arten umgewandelt haben. Aus einer Art gingen oftmals mehrere neue Arten hervor; und durch Fortsetzung dieser Umbildungen kamen dann neue Gattungen, Familien, Ordnungen und schließlich ganz neue Baupläne zustande. Das wurde vor allem an Tiergruppen deutlich, von denen besonders reiche Fossilfunde vorlagen, zum Beispiel bei den Porentierchen (Foraminiferen), Korallen, Weichtieren und Säugetieren. An längeren Stammesreihen wurde weiterhin deutlich, daß dabei in vielen Fällen eine Höherentwicklung stattgefunden hat, die vornehmlich durch die Herausbildung zweckmäßigerer Strukturen gekennzeichnet ist.

Zu den klassischen Beispielen solcher Entwicklungsabläufe gehört der Stammbaum der Pferdeartigen. Diese Tiergruppe geht auf die Gattung *Eohippus* zurück, die im älteren Tertiär (Eozän) lebte. Diese kleinen, etwa hunde-großen Tiere hatten an den Vorderfüßen vier und an den Hinterfüßen drei Zehen. In mehreren Linien führte die Entwicklung im Laufe der Tertiärzeit

zu zunehmend größeren Formen mit zunächst dreizehigen Füßen und schließlich zu der heute lebenden einzeiligen Gattung *Equus*. Zugleich wandelten sich die für gemischte Nahrung geeigneten Höckerzähne der Stammformen allmählich zu Mahlzähnen mit flacher schmelzfaltenreicher Krone, wie sie für das Zerkleinern von Gräsern günstiger waren. Das ursprünglich fast ungefaltete Vorderhirn wurde in den Stammesreihen verhältnismäßig immer größer und reicher gefaltet.

Bei der Entstehung neuer Arten änderten manche Organe auch ihre Leistungen. So wandelten sich zum Beispiel die ursprünglich fünfzehigen Vorderbeine der Kriechtiere bei den aus ihnen in der Jurazeit entstandenen Vögeln zu Flügeln um; bei den über andere Stammesreihen aus Kriechtieren entstandenen Säugetieren wurden sie teils zu Laufbeinen mit verminderter Zehenzahl (Huftiere), teils zu Flossen (Robben, Wale), teils zu Flügeln (Fledermäuse). Trotz ihrer verschiedenen Funktion besitzen alle diese unterschiedlichen Gliedmaßen daher noch die gleiche Grundstruktur des Knochenbaues mit Oberarmknochen, Elle, Speiche, Handwurzel- und Fingerknochen. In anderen Fällen wurden vorhandene Organe im Laufe der Stammesgeschichte völlig oder bis auf funktionslose Reste (Rudimente) abgebaut. Viele flugunfähige Insekten, so die großen Laufkäfer der Gattung *Carabus*, manche Heuschreckenarten, Frostspannerweibchen und andere besitzen nur noch winzige Reste der Flügel oder Hinterflügel, die uns zeigen, daß diese Arten von flugfähigen Formen abstammen müssen. Kleine, gebrauchsunfähige Reste von Vorder- oder Hinterbeinen weisen manche Kriechtiere auf, zum Beispiel unter den Echsen die Erzschildkröte und der Scheltopusik, unter den Schlangen die Riesenschlangen der Gattung *Python*. Diese Arten stammen also offenbar von vierfüßigen Vorfahren ab.

Auch die Embryonal- und Jugendentwicklung zeigt oft Sonderheiten, die nur durch die Stammesgeschichte (Phylogenese) gedeutet werden können. Junge Embryonen von Säugetieren einschließlich des Menschen entwickeln zum Beispiel zunächst noch Kiementaschen wie ihre ältesten stammesgeschichtlichen Wirbeltierahnen: die Fische. In den Kiefern der zahnlosen Bartenwale und im zahnlosen Oberkiefer von Paarhufern entwickeln sich zunächst Zahnanlagen, die bald wieder verschwinden. Alle diese »Umwege« in der individuellen Entwicklung sind Überbleibsel von Entwicklungsvorgängen, die früher anders verliefen, und damit zugleich wichtige Hinweise auf die Stammesgeschichte der betreffenden Arten.

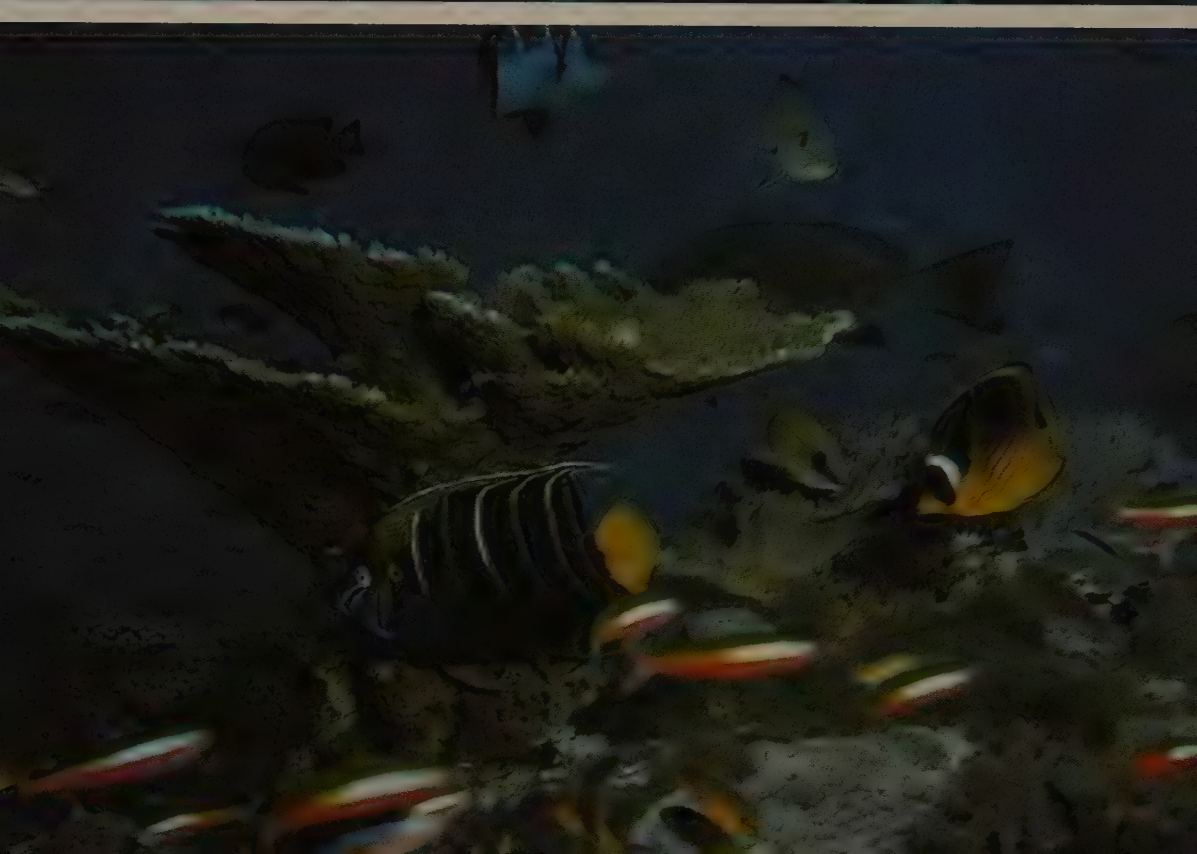
Die stammesgeschichtliche Entstehung neuer Arten ist heute weitgehend auch hinsichtlich ihrer ursächlichen Grundlagen erklärbar. Dabei wirken meist mehrere Einflüsse in jeweils verschiedener Weise zusammen. Durch die Mutationen und die mannigfaltigen Verbindungen von Erbfaktoren infolge der Befruchtungsvorgänge entstehen neue Merkmale und neue Varianten. Da alle Tiere ein Vielfaches derjenigen Nachkommen erzeugen, die zur Erhaltung des Artbestandes benötigt werden, gehen jeweils neunzig bis neunundneunzig vom Hundert und mehr davon vorzeitig zugrunde. Dabei werden durchschnittlich die unvorteilhaften Varianten eher vernichtet als die normalen und irgendwie vorteilhaften. Diese natürliche Auslese (Selektion) vernichtet also zum Beispiel Varianten, die außergewöhnliche

▷ Bewuchs einer beschatteten Felswand im Mittelmeer. Links oben die Weich- oder Lederkoralle *Alcyonium palmatum*, links darunter und rechts unten die leuchtend gelben Kolonien der Krustenanemone *Parazoanthus axinellae*, dazwischen verschiedene Schwämme.

▷▷ und ▷▷▷ Korallenriffe im Roten Meer, wie sie der Taucher bei natürlichem Lichteinfall sieht. Erst künstliche Lichtquellen, wie Fotoblitz oder Scheinwerfer, enthüllen die verborgene Farbenpracht.







Oben und unten:
Korallenriffe werden überwiegend von Steinkorallen (Madreporaria) aufgebaut. Diese können, je nach den herrschenden Umweltbedingungen, sehr verschiedene Wuchsformen entfalten und der Unterwasserwelt ein vielgestaltiges Aussehen verleihen.

Kälte, Hitze oder Trockenheit nicht zu ertragen vermögen, die sich vor Feinden nicht ausreichend schützen können, die leicht von Krankheiten hingerafft werden, die beim Wettbewerb um Nahrung, Raum und Fortpflanzungspartner ihren Artgenossen nicht genügend gewachsen sind oder die eine zu geringe Nachkommenschaft erzeugen.

Eine solche Ausmerzung des Unzweckmäßigen und die entsprechende Begünstigung neuer zweckmäßiger Varianten führte allmählich zur Bildung neuer Arten. Gelegentlich erhielten sich auch ungünstige Merkmale lange Zeit hindurch — besonders dann, wenn ihre Ausbildung mit günstigen Merkmalen verknüpft war, die größere biologische Vorteile mit sich brachten. So konnten die Geweihe der eiszeitlichen Riesenhirsche überschwer sein, weil dies durch die im kälteren Klima vorteilhafte besondere Körpergröße bedingt war. Förderlich für die Artbildung war auch die Absonderung (Isolation) größerer Individuengruppen, durch die Unterschiede, die sich herausbildeten, vor Vermischung mit den Merkmalen der Stammform bewahrt blieben.

Die Arten der Tiere sind zumeist dadurch gekennzeichnet, daß sie sich mit verwandten Arten nicht paaren oder mit ihnen keine fruchtbaren Nachkommen erzeugen. Infolge weiterer Mutationen, Genkombinationen, Auslese- und Isolierungsvorgänge konnten aus ihnen neue Gattungen, Familien und andere höhere Kategorien hervorgehen. Dabei kam es dann oftmals auch zur Entstehung neuer oder zum Schwinden früher vorhandener Organe und schließlich zu völlig neuen Bauplänen. Diese über die Art hinausführende Entwicklung (transspezifische Evolution) führt aber zunächst gewöhnlich nur zu Veränderungen auf gleicher Organisationsstufe, so entstanden zum Beispiel nach Herausbildung des Bauplans der Katzenartigen die Wildkatzen, Luchse, Löwen, Tiger, Leoparde und die anderen Angehörigen der Katzenfamilie. In manchen Fällen brachte die Stammesgeschichte auch Rückbildungen mit sich. Der Übergang von Tieren zu schmarotzender Lebensweise in oder auf anderen Tieren oder Pflanzen hatte zum Beispiel oft ein Schwinden von Augen und Gliedmaßen zur Folge.

Andererseits fand aber auch in vielen Stammesreihen eine Höherentwicklung (Anagenese) statt, die durch Entstehung zweckmäßigerer Bildungen und Leistungen und meist auch durch eine Vervollkommnung des Gehirns gekennzeichnet ist. Da diese Eigenschaften von Vorteil waren, haben sich entsprechende Varianten im Laufe der Stammesgeschichte durchgesetzt. So sind zum Beispiel die Gehirne von Angehörigen der heutigen Raubtierfamilien im Verhältnis zum Körper größer, und die Vorderhirnrinde ist reicher gefaltet, also nervenzellreicher als die — nach Hirnschädelausgüssen beurteilbaren — Gehirne der primitiven Urraubtiere, aus denen sie im Laufe der Tertiärzeit hervorgegangen sind. Einer solchen Höherentwicklung, die von Menschenaffen aus dem Mittel- und Spättertiär ausging, verdankt auch der Mensch seine Entstehung (s. Bd. XI, S. 52).

Da jede Tierart an eine bestimmte Umwelt gebunden ist, in der sie Nahrung, Fortpflanzungspartner und Schutzmöglichkeiten findet, mußte sie im Laufe der Stammesgeschichte geeignete körperliche Anpassungen erwerben. Die Wissenschaft von diesen Bindungen an die Umwelt, die Ökologie, hat zunächst die Aufgabe, die Anpassungen der Arten an alles Unbelebte, an

Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Untergrund, Salzgehalt des Wassers und so weiter, zu klären. Weiterhin untersucht sie dann aber auch die Einflüsse, die durch das Zusammenleben mit Artgenossen, Feinden oder anderen Tieren und Pflanzen bedingt sind. Manche Arten und Gattungen sind sehr eng an ganz bestimmte Lebensstätten (Biotope) gebunden. Die Bachforelle kann nur in klaren, kühlen, sauerstoffreichen Bächen leben; viele blinde zarthäutige Gliederfüßer sind auf das Leben in Höhlen angewiesen; Schmarotzer haben sich meist an bestimmte Wirtstierarten angepaßt. Solche an bestimmte Lebensstätten gebundene Tiere nennt man »stenöke Formen«. Ihnen stehen die euryöken Arten gegenüber, die verschiedenartige Lebensstätten bewohnen können und deshalb oft weit verbreitet sind. Das ist zum Beispiel bei vielen einzelligen Süßwassertieren, manchen Insektenarten — so der Dungfliege *Scatophaga stercoraria* —, bei der Wanderratte, beim Teichhuhn und bei vielen anderen Arten der Fall.

Manche Arten sind in ihrer Verbreitung hauptsächlich durch ihre Anpassung an enge Temperaturbereiche beschränkt (stenotherme Tiere). Riffkoralenarten kommen nur in klarem Meerwasser vor, das wärmer als zwanzig Grad Celsius ist; sie gehören zu den stenotherm wärmeangepaßten Arten. Die Bachforelle vermag dagegen dauernd nur in solchen Bächen zu leben, die durchschnittlich kühler als fünfzehn Grad Celsius sind; sie ist eine stenotherm kälteangepaßte Art. Andere Tiere können jedoch sehr verschiedene Temperaturbereiche ertragen, so der Puma, der von den amerikanischen Tropenländern bis nach Kanada einerseits und Patagonien andererseits verbreitet ist, oder wie die »Seerose« *Actinia equina*, die im Atlantischen Ozean von der Arktis bis zu den Tropen hin vorkommt. Beide sind eurytherme Arten.

Bei vielen Arten erkennt man die Temperaturansprüche daran, daß die Tiere in einem ihnen im Versuch gebotenen Temperaturgefälle durchschnittlich ganz bestimmte Temperaturbereiche aufsuchen. So bevorzugt die waldbewohnende Blindschleiche eine Temperatur von 28 Grad Celsius, die Wieseneidechse dagegen 38 Grad Celsius und die steppenbewohnende Schleuderschwanz-Agame 45 Grad Celsius.

Auch die Anpassung an verschiedene andere Umweltfaktoren kann sehr verschieden eng sein — bei Meerestieren an den Grad des Salzgehalts (stenohaline und euryhaline Arten), bei Landtieren an die Luft- oder Bodenfeuchtigkeit (stenohygre und euryhygre Arten) oder an die Lichtverhältnisse (Tagtiere und Dämmerungstiere).

Sehr oft weisen Tierarten aus ganz verschiedenen Gruppen, welche die gleiche Lebensstätte bewohnen, ähnliche Strukturen auf. Viele Fische, Kopffüßer, Krebstiere, Manteltiere und Hohltiere, die in lichtlosen Meerestiefen leben, haben im Laufe der Stammesgeschichte unabhängig voneinander Leuchtorgane entwickelt, an denen die Artgenossen einander oder den Fortpflanzungspartner erkennen. Zahlreiche Insektenarten, die sich vorzugsweise auf grünen Blättern aufhalten, sind grün gefärbt. Über verschiedene Klimazonen hinweg verbreitete Säugetier- und Vogelarten haben im kühleren Klima größere geographische Unterarten ausgebildet (Bergmannsche Regel). Das ist von Vorteil, weil ein größerer Körper eine im Vergleich zur Körpermasse

verhältnismäßig kleinere Oberfläche besitzt und daher im kühleren Klima weniger Wärme verliert; der Rauminhalt des Körpers wächst ja in drei Dimensionen an, die Oberfläche nur in zwei.

Ausbreitungsfähigkeit

Die Gesamtheit aller Umweltansprüche bestimmt die Ausbreitungsfähigkeit (Vagilität) einer Art. Ihre Verbreitungsgebiete finden jeweils dort eine Grenze, wo einer der zum Leben notwendigen Umstände unter das unerlässliche Mindestmaß absinkt. Der europäische Feuersalamander kommt zum Beispiel in den Alpen oberhalb von tausend bis zwölfhundert Meter nicht mehr vor, weil dort für seine lange, in Bächen verbrachte Larvenstufe die warme Sommerzeit zu kurz ist.

Lebensstätten

Lebensstätten mit jeweils verhältnismäßig einheitlichen Umweltbedingungen (Biotope) sind auf dem Lande viel reicher gegliedert als in Süßwassern und im Meer. Für viele Landtiere stellen tropische Regenwälder, Gebirgsbambuswälder, Nadelwälder gemäßigter Zonen, Wiesen, Sümpfe, Moore, Steppen, Wüsten, bestimmte Höhenstufen, Tundren oder Höhlen den besonderen Lebensraum dar, in dem sie Nahrung, Schutz und Fortpflanzungsmöglichkeit finden. In zahlreichen Fällen sind solche Biotope aber noch viel enger umgrenzt. Murmeltiere kommen nur in denjenigen Gebirgs- und Vorgebirgsgegenden vor, in denen sie Erdhöhlen anlegen können. Bartmeisen bewohnen nur solche europäischen und asiatischen Sumpf- und Seengebiete, die reiche Schilfbestände aufweisen. Ähnliches gilt für viele an eine ganz besondere Nahrung angepaßte (stenophage) Arten. Der Eichenwickler *Tortrix viridana* (s. Band II, S. 329) bewohnt lediglich die Kronen von Eichenarten; viele Federlinge (Mallophagen; s. Band II, S. 156) leben nur im Gefieder bestimmter Vogelgattungen.

Bei Binnengewässern stellen Quellen, Bäche, Flüsse, Tümpel, Teiche und Seen besondere Biotope dar. Aber auch in diesen Lebensräumen sind die Daseinsbedingungen sehr verschieden — je nachdem, ob es sich um warme oder kalte Seen, um nährstoffreiche, allmählich verlandende (eutrophe) Seen handelt, um klare, nährstoffarme (oligothrophe) Seen oder um saure Moorgewässer.

In den Meeren sind Lebensstätten mit verhältnismäßig einheitlichen Lebensbedingungen im allgemeinen viel weiträumiger. Man unterscheidet zwei solcher Großbiotope (Biochoren): den Lebensraum des Meeresbodens (Benthal) und des freien Wassers (Pelagial). In beiden Bereichen bieten jeweils wieder die warmen und kühlen durchlichteten oberen Zonen (Litoral und durchlichtetes Pelagial) und die lichtlosen Tiefseegebiete (abyssales Benthal und Pelagial) besondere Daseinsverhältnisse. Weiterhin gibt es Brackwässer, deren verschiedene Typen hauptsächlich nach ihrem Salzgehalt unterschieden werden; er liegt zwischen der Konzentration des Meerwassers (3,2 bis 3,5 v. H.) und des Süßwassers (0,02 v. H. und weniger).

Einfluß des Menschen auf die Tierwelt

Sehr viele Lebensstätten wurden in zunehmendem Maße durch den Menschen grundlegend verändert. In allen Erdteilen hat man riesige Waldgebiete in Kornfelder, Weiden, Siedlungs- und Industriegebiete verwandelt, Sümpfe und Moore entwässert, Flüsse reguliert und durch Abwässer verschmutzt und vergiftet. In unserem Jahrhundert nahmen diese Wandlungen überall auf der Erde ein solches Ausmaß an, daß ungestörte Naturland-

schaften nur noch in wenigen Gebieten und zum Teil lediglich als Naturschutzparks vorhanden sind. Diese Umwandlungen der Landschaft haben zu grundlegenden Veränderungen im Artenbestand und zumeist zu einer starken Verarmung der Tierwelt geführt. Auch sind dadurch sowie durch rücksichtslose Jagd bereits viele Arten völlig ausgestorben; denn nur ein Teil der Arten hat sich an die vom Menschen geschaffenen neuen Umweltverhältnisse als »Kulturfolger« anpassen können, wie zum Beispiel unsere Garten- und Parkvögel oder die Siedlungen bewohnenden Ratten, Hausmäuse, Schaben, Wanzen, Flöhe, Fliegen, Kleidermotten usw. Weiterhin ist die Tierwelt auch durch absichtliche oder unabsichtliche Einführung fremder Arten verändert worden. Es wird sehr energischer Maßnahmen von seiten der Naturschutzbehörden bedürfen, um wenigstens stellenweise die natürlichen Lebensstätten zu erhalten.

Die meisten Lebensstätten werden von kennzeichnenden Lebensgemeinschaften (Biocoenosen) bewohnt. Dabei handelt es sich um Arten der verschiedensten Tiergruppen, die ähnliche Ansprüche an bestimmte, in einem Biotop vorhandene Faktoren stellen. Das Zusammenleben hat dann aber im Laufe der Zeit auch dazu geführt, daß sich vielfach engere wechselseitige Beziehungen der Arten untereinander und zu der betreffenden Pflanzenwelt herausgebildet haben. Fleischesser sind abhängig von der Zahl ihrer Beutetiere, Schmarotzer vom Vorhandensein ihrer Wirtstiere oder Wirtspflanzen. Auch stehen alle Arten, die von den gleichen Futterpflanzen oder Beutetieren leben oder auf gleiche Schutzräume oder Brutplätze, wie zum Beispiel Baumhöhlen, angewiesen sind, in engeren Beziehungen als Konkurrenten.

Lebensgemeinschaften

Zumeist hat sich in den Lebensgemeinschaften ein gewisses Gleichgewicht herausgebildet, das aber steten und manchmal großen Schwankungen unterworfen ist. Findet wegen günstiger klimatischer Bedingungen in einem Jahre eine übermäßige Vermehrung einer Insektenart statt, so vermehren sich daraufhin auch deren Schmarotzer, besonders Schlupfwespen und Raupenfliegen, sehr stark, was wiederum zu einer schnellen Verminderung der betreffenden Insektenart führt (Massenwechsel).

Da Tier- und Pflanzenkörper eine besonders vorteilhafte Nahrungsquelle darstellen, haben sich außerordentlich viele Arten im Laufe der Stammesgeschichte zu inneren oder äußeren Schmarotzern (Parasiten) entwickelt. Das gilt besonders für Einzeller, Saugwürmer, Bandwürmer, Fadenwürmer, Hakenwürmer, Schlupfwespen, Raupenfliegen, Federlinge, Läuse, Flöhe und Milben, aber auch für verschiedene andere Tiergruppen. Infolge der besonderen Lebensweise haben sich dann bei diesen verschiedenartigen Schmarotzern zum Teil gemeinsame Züge des Lebensablaufs herausgebildet. Soweit die Parasiten dauernd an oder in einem Wirtstier leben, gehen sie mit dessen Tode gewöhnlich zugrunde. Ihre Art konnten sie daher nur erhalten, wenn eine rechtzeitige Übertragung ihrer Nachkommenschaft auf ein anderes Wirtstier gesichert war. Bei den Außenschmarotzern (Ektoparasiten), wie Federlingen, Läusen und Milben, geschieht dies gewöhnlich durch körperliche Berührung der Wirtstiere mit ihren Nachkommen oder durch gemeinsame Benutzung von Nestern oder anderen Wohnstätten.

Schmarotzer

Für die Innenschmarotzer (Entoparasiten) ist es jedoch sehr schwierig, un-

mittelbar in ein anderes Wirtstier zu gelangen. Daher hat sich zumeist durch Einschaltung eines leichter erreichbaren »Zwischenwirtes« ein Wirtswechsel herausgebildet. Die im Blut lebenden Erreger der Malaria (*Plasmodium*-Arten) werden zum Beispiel durch den Stich einer Mücke in deren Darm aufgenommen und bringen hier teils durch geschlechtliche, teils durch ungeschlechtliche Fortpflanzung anders gestaltete Generationen hervor, von denen die letzte (Sporozoite) mit dem Speichel der Mücke beim Einstich wieder in ein normales Wirtstier oder den Menschen übertragen wird. Bei den Leberegelarten gelangen Eier mit dem Kot des Wirtstiers nach außen. Die ausschlüpfenden Larven dringen in Schnecken ein und entwickeln sich in den Geschlechtsdrüsen dieser Zwischenwirte zu neuen, anders gestalteten Generationen. Als zweite Larvenform (Cercarien) verlassen sie dann die Schnecken wieder und werden gelegentlich von neuen Wirtstieren aufgenommen, in deren Leber sie dann geschlechtsreif werden. Da ein solcher Wirtswechsel jeweils nur äußerst wenigen Larven gelingt, ist die Erzeugung von Eiern bei Saugwürmern und Bandwürmern ungewöhnlich groß. So enthält ein Rinderbandwurm (*Taenia saginata*) etwa sieben Millionen Eier.

Symbiose

In anderen Fällen ist durch das Leben in oder auf einem Wirtstier ein gegenseitiger Nutzen entstanden. Bei einer solchen Symbiose haben sich dann gewöhnlich die Instinkte von Wirtstier und Symbiont aneinander angepaßt. Manche Einsiedlerkrebse (Paguriden), die leere Schneckenschalen bewohnen, sind beispielsweise mit bestimmten »Seerosen« (Aktinien; s. 6. Kap.) vergesellschaftet, die auf der Schale sitzen, weitgehend von den Abfällen der Krebsehlzeiten leben, andererseits aber auch den Krebs tarnen und durch ihre Fähigkeit schützen, Feinde mit Hilfe ihrer Nesselkapseln abzuwehren. Wenn der heranwachsende Krebs eine neue leere Schale bezieht, veranlaßt er durch bestimmtes Betupfen der Aktinie, daß sie sich von der Schale löst und auf die neue Schale aufsetzen läßt. Unter den Meeresfischen gibt es eine Anzahl kleiner, an ihrer Streifenzeichnung kenntlicher Arten, die von größeren Fischen Hautschmarotzer und zwischen deren Zähnen haftende Nahrungsreste aufnehmen (Putzsymbiose) und von ihnen geduldet werden. Zahlreiche Symbiosen haben sich auch zwischen Tieren und Blütenpflanzen entwickelt. Viele Insekten sowie manche Vogel- und Fledermausarten nehmen Nektar von den Blüten auf und nützen den Pflanzen durch Bestäubung der Fruchtknoten. Andere Vogelarten fressen Beeren und verbreiten mit ihrem Kot die unverdauten Samen.

Der Darm höherer Tiere ist von Bakterien bewohnt, die vom Darminhalt leben, dem Wirt aber nach ihrem Absterben lebenswichtige Vitamine liefern. In den Blinddärmen von Huftieren, Nagetieren, Hasenartigen und manchen Vogelgruppen, die zellulosereiche Nahrung zu sich nehmen, leben Bakterien, die ein Enzym liefern, das die sonst unverdauliche Zellulose in Zuckerformen aufspaltet, die von den Darmzellen aufgenommen werden können. Weiterhin gibt es auch Bakterien und Hefepilze, die als Symbionten in besonderen Organen (Mycetomen) am Darm mancher Insekten leben und die Verdauung von Blut oder Pflanzensäften ermöglichen. Viele in der Tiefsee lebende Fische, Tintenfische und Manteltiere besitzen besondere Leuchtorgane, die Bakterien beherbergen, welche die Leuchtstoffe erzeugen.

Die besonderen Lebensansprüche jeder Tierart und die damit gegebene Ausbreitungsfähigkeit bestimmen weitgehend das bewohnte Verbreitungsgebiet; dieses ist andererseits aber auch abhängig von den geographischen Gegebenheiten und von der Zeit, die für die Ausbreitung zur Verfügung stand. Wie die durch den Menschen erfolgte Einführung europäischer Tiere in Nordamerika, Australien, Neuseeland und andere Länder lehrt, vermögen viele Tiere auch in Ländern zu leben, die sie nur wegen der trennenden Meeresgebiete oder anderer geographischer Hindernisse nicht erreichen konnten. Alle Verbreitungsgebiete sind also sowohl ökologisch als auch geschichtlich bedingt.

In vielen Fällen kann die Ausbreitungsgeschichte einer Tierart oder einer Tiergruppe ermittelt werden, besonders dann, wenn auch die geographischen und klimatischen Verhältnisse der jüngeren geologischen Vergangenheit bekannt sind. Umgekehrt ist es oft möglich, aus den heutigen Verbreitungsgebieten Rückschlüsse auf frühere geographische oder klimatische Verhältnisse zu ziehen. Das ist besonders dann überzeugend, wenn die Verbreitungsareale zerspalten sind (Disjunktionen). Wenn zum Beispiel Schneehasen, Schneehühner und viele andere standorttreue Arten des nördlichsten Europa auch in höheren Lagen der Alpen vorkommen, so darf man annehmen, daß sie früher auch das zwischen den beiden Arealen liegende mittel- und nordeuropäische Gebiet bewohnt haben und daß in diesem Gebiet in jüngerer geologischer Vergangenheit ein kälteres Klima geherrscht haben muß. Oder wenn auf Sardinien viele nichtflugfähige Landtiergattungen leben, die auch auf dem italienischen Festland vorkommen, so kann daraus gefolgert werden, daß diese Insel früher einmal mit dem Festland verbunden war.

Solche ehemaligen Landbrücken dürfen aber nicht etwa immer als direkte Verbindungen heute zerteilter Verbreitungsgebiete gedacht werden. So darf man aus der Tatsache, daß Lungenfische heute lediglich in Afrika, Südamerika und Australien leben, nicht ohne weiteres auf ehemalige verbindende Landbrücken über die Ozeane hinweg schließen. Fossile Reste von Lungenfischen sind nämlich auch von den Nordkontinenten bekannt. Die Lungenfische sind also nur im Norden ausgestorben und auf den Südkontinenten erhalten geblieben.

Da oftmals die Verbreitungsgebiete vieler Arten ähnlich begrenzt sind, war es möglich, die Erdteile in tiergeographische Regionen, Unterregionen und Provinzen zu gliedern; sie sind jeweils durch bestimmte Tiergruppen gekennzeichnet, vor allem auch durch solche, die dort ausschließlich oder doch stark vorherrschend auftreten. Allerdings sind die betreffenden Grenzen nicht für alle Tierklassen in gleicher Weise gültig. Hauptsächlich aufgrund der Verbreitung von Säugetieren und Vögeln werden zumeist sieben Landtierregionen unterschieden.

1. Die holarktische Region umfaßt Europa, Nordafrika, das außertropische Asien und Nordamerika. Sie gliedert sich in die paläarktische Unterregion (Europa, Nordafrika, außertropisches Asien) und in die nearktische Unterregion (außertropisches Nordamerika). Die Gemeinsamkeit der beiden Unterregionen wird besonders dadurch deutlich, daß im arktischen Norden

Tiergeographie



Die tiergeographischen Regionen: Ia und Ib Holarktische Region (Ia Paläarktische Subregion, Ib Nearktische Subregion), IIa Äthiopische Region, IIb Madagassische Region, III Orientalische Region, IV Neotropische Region, V Australische Region, VI Orientalisch-australisches Zwischengebiet (Wallacea).

zum Teil die gleichen Arten vorkommen (Eisfuchs, Eisbär, Birkenzeisig, Spornammer, Schneeammer, Elster und andere mehr) und daß europäisch-asiatische Arten, wie Edelhirsch, Elch, Ren, Wisent, Luchs, Biber und andere, durch sehr nahe verwandte amerikanische Arten vertreten sind. In der nearktischen Unterregion gibt es aber auch nicht wenige Arten mittel- und südamerikanischer Herkunft (zum Beispiel Opossum, Gürteltier, ferner die Vogelfamilien der Kolibris und Tyrannen).

2. Die äthiopische Region, also Afrika südlich der Sahara, ist vor allem gekennzeichnet durch die nur hier lebenden Nilpferde, Giraffen und viele Antilopengattungen (die aber überwiegend von spättertiären südasiatischen Vorfahren abstammen), außerdem durch das Erdferkel, Affengattungen, den Strauß, die Turakos, die Mausvögel sowie andere Arten und Gruppen.

3. Bezeichnend für die madagassische Region (Madagaskar und Inselgruppen nördlich davon) ist das Fehlen von Affen, Giraffen, Antilopen, Großraubtieren und vielen anderen Säugetierfamilien, ferner das Auftreten zahlreicher Gattungen von Makis (Halbaffen), von Borsteniegeln, Stelzenrallen, Kurots und anderen, die auf diese Region beschränkt sind.

4. Nur in der orientalischen Region, die Vorder- und Hinterindien, Südchina, die Großen Sundainseln und die Philippinen umfaßt, sind die Gibbons, die Halbaffenfamilien der Koboldmakis und Tupaias, die Ordnung der Flattermakis, die Gattung der Flugdrachen und weitere Tiergruppen beheimatet. Mit der äthiopischen hat die orientalische Region die Schuppentiere, Antilopen, Schmalnasenaffen, Nektarvögel, Bartvögel und andere gemeinsam, mit der paläarktischen Region zum Beispiel die Hirsche, Bären und Meisen.

5. Die australische Region, zu der man außer Australien, Neuguinea, Melanesien und Polynesien auch das in seiner Tierwelt stärker abweichende Neuseeland rechnet, ist ausgezeichnet durch die urtümlichen eierlegenden Kloakentiere (Schnabeltier, Schnabeligel), durch zahlreiche Beuteltiergattungen (die aber wie Schnabeltier und Schnabeligel auf Neuseeland fehlen), ferner durch Kiwis (nur auf Neuseeland), Kasuare, Großfußhühner, Kakadus, Leierschwänze, Paradiesvögel und Honigesser.

Celebes, die Molukken und Kleinen Sundainseln östlich von Bali bilden ein indoaustralisches Mischgebiet mit einer beschränkten Anzahl nur dort vorkommender Gattungen, zum Beispiel dem Hirscheber (*Babirussa*). Auch die Gruppe der Hawaii-Inseln bildet ein verhältnismäßig selbständiges Gebiet, in dem neben Tierformen polynesischer Herkunft auch solche südamerikanischer Abstammung auftreten (Kleidervögel).

6. Die neotropische Region, zu der Süd- und Mittelamerika zusammengefaßt werden, besitzt sehr zahlreiche auf dieses Gebiet beschränkte (endemische) Ordnungen und Familien, wie Gürteltiere, Faultiere, Ameisenbären, Breitnasenaffen, Nandus, Steißhühner und Tukane. Von der nearktischen Unterregion her ist die Tierwelt unter anderem durch einige Hirsche, eine Bärenart und mehrere Katzenarten bereichert worden.

7. In der antarktischen Region brüten verschiedene Pinguin-Arten. Kennzeichnend sind vor allem Kaiser- und Königspinguin sowie einige wenige wirbellose Tierarten.

Mehr oder minder eindeutig lassen sich auch siebzehn Regionen der Bodentiere des Meeres abgrenzen (Litoralfaunen). Die dauernd im freien Meerwasser lebende pelagische Tierwelt weicht dagegen in allen Ozeanen weniger klar voneinander ab. Gewöhnlich wird nur eine warme, rings um die Erde reichende Region von einer kälteren nördlichen und kälteren südlichen Region unterschieden. Die beiden letzteren Regionen haben sowohl einige pelagische als auch etliche am Boden lebende Arten und Gattungen gemeinsam. Diese zerteilte »biboreale« Verbreitungsweise ist darauf zurückzuführen, daß während der Eiszeit auch die heute tropischen Meere kühler waren; bei der nacheiszeitlichen Wiedererwärmung des Tropengürtels wurden dann die Areale der einst über alle drei Regionen hinweg verbreiteten, an gemäßigte Temperaturen gewöhnten Meerestiere zerrissen.

Die atlantischen, indopazifischen, arktischen und antarktischen Tiefseebecken sind infolge der Isolierung voneinander und wegen ihrer besonderen Lebensbedingungen besonders reich an Familien und Gattungen, die nur in ihnen auftreten (also endemisch sind).

Zweites Kapitel

Vom Verhalten der Tiere

Verhalten der Tiere
von I. Eibl-Eibesfeldt

Ein sehr auffälliges Merkmal der Tiere ist ihre große Beweglichkeit. Zwar gibt es Tiere, die wie Pflanzen an einem Ort verhaftet sind — man denke etwa an die Korallen; im allgemeinen jedoch können Tiere ihren Standort wechseln. Die Notwendigkeit dazu ergibt sich in erster Linie aus ihrer Ernährungsweise. Während Pflanzen mit Hilfe der von der Sonne eingestrahelten Energie aus anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlendioxyd, Nährsalzen) organische Erzeugnisse aufbauen, sind Tiere darauf angewiesen, solche bereits aufgebauten organischen Substanzen zu verzehren. Kurz ausgedrückt: Tiere müssen Pflanzen oder andere Tiere als Nahrung aufnehmen, und das erfordert eine größere Beweglichkeit. Nur diejenigen Tiere, die ihre Nahrung aus dem Wasser herbeistrudeln oder sie aus der Strömung fischen, können sich eine seßhafte Lebensweise leisten.

Die Fortbewegung im Raum bedingt eine Reihe von besonderen Einrichtungen. Zunächst einmal muß ein Tier geeignete Bewegungsorgane (Scheinfüßchen, Geißeln, Wimpern, Muskeln, Flossen, Flügel, Beine) besitzen und sie in geordneter Weise bewegen können; und das erfordert besondere Einrichtungen zum Zusammenwirken dieser Organe (Koordinationsapparate). Das Tier muß sich fortbewegen, es muß aber auch anhalten können. Es darf ferner nicht blindlings gegen Hindernisse oder gar gegen seine Feinde rennen; und sicher ist es vorteilhaft, wenn ein Tier auch seine Nahrung über größere Entfernungen hinweg erkennen und aufspüren kann. Vielleicht mag es einige einzellige Tiere geben, die mehr oder weniger ungerichtet umherschwimmen und an Hindernisse stoßen, statt ihnen auszuweichen, und die einen längeren Aufenthalt in nahrungsreicher Umgebung nur dadurch sichern, daß sie dort langsamer schwimmen oder sich festsetzen, während sie in ungünstiger Umgebung ihre Fahrt beschleunigen. Aber schon die meisten Einzeller können sich im Raum zurechtfinden. So reagieren Pantoffeltierchen positiv auf Tasteindrücke und Kohlendioxyd; und das führt sie zu den Bakterien, die ihnen als Nahrung dienen. Sie können auch Hindernissen ausweichen, bevor sie anstoßen.

Jede orientierte Bewegung setzt Sinnesorgane voraus, ferner Einrichtungen, welche die Sinnesdaten verarbeiten und entsprechende Befehle an den Bewegungsapparat weitergeben. Mit steigender Organisationshöhe werden die Verhaltensprogramme, mit denen Tiere ausgerüstet sind, immer verwickelter. Das betrifft sowohl die Bewältigung des pflanzlichen oder tierlichen

Futters beim Nahrungserwerb als auch die bei hochentwickelten Tieren sehr unterschiedlichen sozialen Verhaltensweisen: Werbung, Brutpflege, Angriff, Feindabwehr und anderes mehr.

Die Verhaltensprogramme können recht starr sein. So kriechen die Raupen des Schwammspinners (s. Band II, S. 346) gleich nach dem Schlüpfen stamm-aufwärts bis zu den Zweigenden, wo sie ihre Blattnahrung finden. Setzt man sie in Probegläser, an deren offenem lichtabgewandten Ende Blätter liegen, dann laufen sie von ihrer Nahrung weg dem Licht zu und versammeln sich in dem lichtzugewandten blinden Ende der Proberöhrchen. Sie verhungern dort schließlich; denn sie können ja einfach nicht umkehren, weil sie draußen durch die positive Lichtreaktion zur Nahrung geführt werden. Im Freien bleiben diese Raupen allerdings nicht an den Zweigenden sitzen, wenn sie einen blattlosen Zweig erklettert haben. Sobald am Ende des Zweiges die Vorderbeine eine Verbindung mit der Unterlage verlieren, wird das Verhalten der Raupen kurzfristig umgestimmt: Sie klettern dann suchend den Zweig abwärts. Eine solche Umstimmung bleibt in den Proberöhrchen aus, da die Tiere dort immer eine Unterlage berühren.

Das begattete Weibchen der Grabwespe *Ammophila campestris* versorgt jedes ihrer Eier in einem eigenen »Nest«. Zuerst gräbt sie eine retortenförmige Höhle aus, verschließt den engen Eingang mit einem sorgfältig ausgesuchten, genau passenden Steinchen, erbeutet eine Raupe und lähmt sie, legt sie vor dem Eingang ab, öffnet ihn, kriecht hinein, untersucht die Höhle, erscheint danach mit dem Kopf voran wieder im Eingang und zieht die Raupe ein. Hat man mittlerweile die Raupe etwa zwanzig Zentimeter vom Eingang der Höhle entfernt, dann geht die Grabwespe auf Suche. Findet sie die Raupe, so bringt sie sie zur Höhle, legt sie dort ab, untersucht die Höhle erneut und erscheint mit dem Kopf voran im Baueingang, um die Raupe einzuziehen. Ist die Raupe mittlerweile wieder entfernt worden, dann wiederholt sich der ganze Vorgang. Die Grabwespe muß immer von neuem die Höhle untersuchen, ehe sie die Raupe hineinhängt. Bis zu vierzigmal kann man den Versuch wiederholen; dann gibt die Wespe im allgemeinen auf. Ähnliche Beispiele für starres Verhalten hat der französische Insektenforscher Jean-Henri Fabre (1823–1915) zusammengetragen. Bekannt sind seine Beobachtungen an den Raupen des Prozessionsspinners (s. Band II, S. 350). Übrigens ist das hier geschilderte Verhalten der Grabwespe (*Ammophila campestris*) nur so lange starr, wie sie bei ihrem »Inspektionsbesuch« das Höhleninnere unverändert findet. In Band II, S. 485 und 486 sind weitere Phasen der Brutpflege dieser Art besprochen. Welche von drei Handlungsketten die Wespe am gleichen Nest beginnt, darüber entscheidet der Befund beim jeweiligen Inspektionsbesuch.

Je höher Tiere im System stehen, desto besser können sie ihr Verhalten sich ändernden Umweltbedingungen durch Lernen anpassen. Die vergleichende Verhaltensforschung versucht im einzelnen zu ergründen, wozu und warum ein Tier in einer bestimmten Situation ein bestimmtes Verhalten zeigt. Der dem Tier unbewußte Zweck jedes Verhaltens ist die Erhaltung der Art. Ein Specht trommelt, um Wettbewerber abzuhalten und ein Weibchen anzulocken. Es ist wichtig, die biologische Bedeutung einer Verhaltensweise

zu erkennen; man will ja verstehen, in welcher Weise sie zur Arterhaltung beiträgt. Darüber hinaus fragt der Naturforscher, wie sich die betreffenden Verhaltensweisen im Laufe der Stammesgeschichte und beim Jungtier entwickelt haben. Dabei entdeckt er unter anderem, daß das Spechttrommeln eine vom Zimmern abgeleitete Bewegung ist (s. Band IX, S. 89) und daß sie ferner den Spechten angeboren ist; denn Spechte trommeln auch ohne Vorbild. Schließlich fragt der Verhaltensforscher mit einem »Warum?« nach den verursachenden Faktoren. Was löst das Verhalten aus? Was läßt es enden? Was und welche physiologischen Mechanismen liegen ihm zugrunde?

Die Vielfalt der Fragen erfordert verschiedene Methoden, Beobachtungen und Versuche am unversehrten Tier, außerdem sinnesphysiologische, hormonphysiologische oder nervenphysiologische Techniken. Von besonderer Bedeutung ist die Methodik des Vergleichens, da sie mithilft, stammesgeschichtliche Zusammenhänge aufzudecken.

Die vergleichende Betrachtungsweise

Vergleicht man die Verhaltensweisen verschiedener Tiere, dann entdeckt man Ähnlichkeiten. Sie können auf ganz verschiedene Weise zustande kommen. In vielen Fällen haben gemeinsame Umweltgegebenheiten ähnliche Anpassungen erzwungen. Das Pumpen mit der Speiseröhre beim Trinken haben sowohl Tauben als auch Sandflughühner, Zebrafinken und andere Steppenvögel unabhängig voneinander als Anpassung an die Trockengebiete entwickelt; nur entfernt Verwandte haben sich unabhängig voneinander in ihrer Trinkweise der Wasserarmut ihres Wohngebietes angepaßt (sogenannte Parallelentwicklung, Konvergenz). Andere Ähnlichkeiten beruhen nachweislich auf Vererbung von einem gemeinsamen Vorfahren, zum Beispiel die Balzstellungen der Männchen verschiedener Schwimmtentenarten (s. Band VII, S. 259). Der Vergleich möglichst vieler nächstverwandter Arten zeigt abgestufte Ähnlichkeiten in bestimmten Verhaltensmerkmalen, die sich gleich morphologischen Reihen zur Rekonstruktion stammesgeschichtlicher Entwicklungswege nützen lassen; hier sprechen wir von Homologien.

So zeigen fast alle Entenvögel die weibliche Balzbewegung des »Hetzens« (s. Band VII, S. 260). Hat eine Stockente ein Auge auf einen bestimmten Erpel geworfen, dann sucht sie ihn gegen andere Erpel aufzuhetzen und dadurch von der Gruppe der gemeinsam balzenden Artgenossen abzusondern. Sie schwimmt neben oder hinter dem erwählten Männchen her und droht mit dem Schnabel über die Schulter hinweg nach fremden Erpeln, wobei sie leise »queggegeggegg« ruft. Wie dieses Verhalten entstanden ist, können wir der Balz der Brandente entnehmen. Dort greift das Weibchen benachbarte Paare drohend an. Ist sie jedoch nahe an das feindliche Paar herangekommen, dann wird ihr Fluchttrieb wirksam. Die Ente läuft zum schützenden Erpel zurück; ist sie bei ihm angekommen, so droht sie über die Schulter hinweg nach dem feindlichen Paar. Dieses Drohen über die Schulter hinweg wurde zu einem im Erbgeschehen verankerten starren Brauch (es wurde zu einer starren Erbkoordination ritualisiert). Eine Stockente droht auch über die Schulter hinweg nach hinten, wenn der bedrohte Erpel schräg vor ihr schwimmt; nur ist der Bewegungsaus Schlag nach hinten in diesem Falle etwas geringer, als wenn der fremde Erpel hinter ihr schwimmen würde. Bei schwacher Erregung kann die Ente auch noch direkt auf den angedrohten Erpel zeigen.

Durch Vergleich verschiedener Hühner- und Fasanenvögel gelang es, den Ursprung der Pfauenbalz aus einem Futterlocken abzuleiten. Der Haushahn (s. Band VIII, S. 55) lockt eine Henne zu sich, indem er vorgibt, einen Futterbrocken gefunden zu haben: Er kratzt, tritt zurück, pickt auf den Boden und hebt unter Locklauten Steinchen auf, die er wieder fallen läßt. Die Henne eilt herbei, sucht vor ihm und wird begattet. In ähnlicher Weise lockt der Hahn des Jagdfasans (s. Band VIII, S. 71). Der balzende Glanzfasan verbeugt sich mit gefächertem Schwanz tief vor der Henne und hackt mit dem Schnabel in den Boden. Die Henne läuft herbei und sucht vor ihm, während er sich nun mit aufs äußerste gesträubten Schwingen und Schwanzfedern vor ihr verbeugt und den Schwanzfächer langsam vor- und zurückbiegt. Der Pfau fasan kratzt wie ein futterlockender Hahn und verbeugt sich ebenfalls unter Flügelanheben und Schwanzfächern vor der herbeigelockten Henne. Gibt man ihm Futter, dann bietet er es der Henne an, was er für gewöhnlich nicht tut. Beim Pfau ist dieses Balzverhalten so weit zu einem festen Brauch geworden (ritualisiert), daß man ohne Kenntnis der hier geschilderten Zwischenstufen nicht mehr den Ursprung dieses Verhaltens aus dem Futterlocken vermuten würde. Der Pfauhahn spreizt die Schwanzfedern, schüttelt sie und tritt dann einen Schritt zurück, während die Henne vor ihm im Brennpunkt des Hohlspiegels, der vom Schwanzfächer gebildet wird, auf dem Boden sucht. Gewissermaßen zeigt der Pfauhahn mit dem Rad »nicht vorhandenes Futter«. Junge Pfauhähne scharren und picken noch beim Balzen; sie wiederholen also in ihrer Jugendentwicklung sozusagen Teile der stammesgeschichtlichen Entwicklung.

Bewegungen verhalten sich im Wandel der Stammesgeschichte mitunter recht »konservativ«. So öffnen wir Menschen bei Wut die Lippenwinkel und ziehen die Mundwinkel stark nach unten. Warum, das ist zunächst nicht verständlich. Auch hier können uns Vergleiche mit anderen Säugetieren Hinweise geben. Der Mandrill entblößt mit der gleichen Gebärde den oberen Eckzahn in seiner vollen Länge. Somit hat bei uns diese Gebärde das Kleinerwerden des Eckzahns überdauert. Einen entsprechenden Fall können wir bei Hirschen beobachten. Urtümliche Formen, wie der Muntjak, entblößen beim Drohen ihre klingenartigen Eckzähne im Oberkiefer. Unsere Rothirsche mit ihren stark rückgebildeten Eckzähnen drohen ebenfalls lippenrümpfend.

Alle Handlungsketten, etwa die Nahrungssuche, enden, außer im Spiel, mit starr artgemäß angeborenen Verhaltensanteilen, den sogenannten Erbkoordinationen, auch Endhandlungen genannt. Im »Ernstfall« sind sie mit Orientierungsbewegungen verschränkt; beide zusammen nennen wir Instinkthandlung. Erbkoordinationen können, wenn sie durch einen Außenreiz angestoßen wurden, dem keine weiteren Reizeinwirkungen folgen, »leer« ablaufen. Bei Orientierungsbewegungen ist Leerlauf viel seltener: Sie sind viel stärker von ständig weiterwirkenden Außenreizen abhängig. In klassischer Weise haben dies Konrad Lorenz und Niko Tinbergen an der Eirollbewegung der Graugans dargelegt. Eine Graugans holt ein vor dem Nest liegendes Ei ins Nest zurück, indem sie mit dem Schnabel über das Ei hinweggreift und es mit der Unterseite des Schnabels zu sich her ins Nest zurückrollt. Dabei schlägt der Schnabel derart seitlich aus, daß das Ei in der richtigen



Der Mandrill droht mit seinen Eckzähnen.



Wut mimender Kabuki-Schauspieler (Japan).



Wütendes Kind

Bahn bleibt. Entfernt man das Ei, nachdem die Gans mit dem Einrollen begonnen hat, dann führt sie den Schnabel weiterhin ohne Ei — also »leer« — zum Nest, und zwar gradlinig, ohne seitliche Ausschläge. Erbkoordinationen und Orientierungsbewegungen, die miteinander zur orientierten Handlung verschränkt sind, verhalten sich zueinander wie die Schiffsschraube und die Steuermaschine eines Dampfers.

Erbkoordinationen müssen nicht bereits bei der Geburt voll entwickelt sein. Manche reifen erst allmählich im Laufe der Jugendzeit heran. So kommt ein Eichhörnchen nackt und blind zur Welt, und viele seiner Verhaltensweisen entwickeln sich erst nach und nach, so unter anderem das bezeichnende Futterverstecken: Erwachsene Eichhörnchen vergraben im Herbst Nüsse, Eicheln und dergleichen als Wintervorräte. Mit der Nuß im Mund suchen sie zunächst nach einem Versteckplatz, scharren dann mit den Vorderbeinen ein Loch, legen die Nuß ab, stoßen sie mit der Schnauze hinein, schieben danach das aufgegrabene Erdreich über das Loch und drücken es fest.

Wollen wir nun wissen, ob diese Bewegungsfolge unabhängig von der Erfahrung heranreift oder ob sie erlernt werden muß, dann ist es notwendig, ein Eichhörnchen so aufzuziehen, daß es weder einem Artgenossen beim Futterverstecken zusehen noch die Methode selbst ausprobieren kann. Wir setzen dazu Eichhörnchen einzeln in Gitterkäfige und bieten ihnen nur Breikost. Somit haben sie keinerlei Gelegenheit, etwas herumzutragen und zu vergraben. Gibt man später solch einem Eichhörnchen Nüsse, dann ißt es sich an den ersten satt; aber statt weitere abzulehnen, sucht es mit der Nuß im Munde im Zimmer herum, scharrt vor allem in den Ecken, an Stuhl- und Tischbeinen, legt die Nuß schließlich nach einigen Scharrbewegungen ab, stößt sie mit der Schnauze fest und macht zuletzt noch mit den Vorderbeinen die Zuscharr- und Festdrückbewegung, obgleich es gar nichts aufgegraben hat und die Bewegungen daher »ins Leere« ablaufen. Das zeigt ganz klar, daß es sich hier um ein angeborenes Bewegungsprogramm handelt; es reift im Laufe der Entwicklung heran und »schnurrt blindlings ab«, wenn bestimmte auslösende Reize den Vorgang einmal in Gang gesetzt haben.

Beim Menschen konnte man durch die Beobachtung taubblind Geborener und auf dem Wege des Kulturvergleichs ebenfalls Erbkoordinationen nachweisen (s. Band XI, S. 61–63).

Tiere sind nicht nur mit bestimmten Verhaltensweisen ausgerüstet, sondern auch in der Lage, bestimmte Umweltreize in arterhaltend sinnvoller Weise zu beantworten — und zwar ebenfalls, ohne dies erst lernen zu müssen. Es gibt außer einem angeborenem Können auch ein angeborenes Erkennen bestimmter Reizsituationen. Ein Frosch kann unmittelbar nach seiner Umwandlung kleine Beutetiere erschnappen, ohne daß ihn jemand darin erst unterweisen müßte. Versuche haben ergeben, daß so ein Fröschen nach allen bewegten Dingen schnappt, auch nach Steinchen und Blättchen, die man vor ihm bewegt. Da aber für gewöhnlich in der freien Natur kein Verhaltensforscher die Fröschen auf solche Weise täuscht, finden sie sich mit dieser einfachen Reaktion zurecht; denn was sich in ihrem Gesichtskreis bewegt, sind meist Kerbtiere und Würmchen, also Beute. Übrigens lernt der Frosch schnell, Ungenießbares zu meiden.

Diese Leistung des Frosches setzt besondere reizfilternde Mechanismen voraus, so daß das Tier nur auf bestimmte Reize mit bestimmten Verhaltensweisen antwortet. Man hat solch einen Mechanismus mit einem Schloß verglichen, das nur durch besondere »Schlüsselreize« geöffnet wird. Da dieser Mechanismus angeboren ist, wird er »Angeborener Auslösemechanismus« (AAM) genannt.

Angeborene Auslöse-
mechanismen
Schlüsselreize

Sehr viele gesellige Reaktionen von Tieren werden über solche Auslösemechanismen in Tätigkeit gesetzt. In diesen Fällen entwickelte der Partner in Anpassung an den Reizempfänger besondere Reizsendeeinrichtungen — sogenannte Auslöser. Es ist ja für den Sender eines sozialen Signals vorteilhaft, wenn der, für den es bestimmt ist, es richtig empfängt. So wird die Beute eines Frosches nie zusätzlich ein Signalfähnchen anbringen, um etwa noch sicherer verzehrt zu werden. Wohl aber entwickelt ein Froschmännchen besondere Signale für sein Weibchen.

Auslöser

Auslöser gibt es auf allen Sinnesgebieten. Falter finden über sexuelle Duftstoffe zueinander und nehmen sie noch in erstaunlicher Verdünnung wahr (s. Band II, S. 395); Elritzen (s. Band IV, S. 331) und die Kaulquappen der Erdkröte (s. Band V, S. 428) antworten auf duftende Stoffe, die aus der Haut verletzter Artgenossen entweichen, mit Flucht. Eine Pute erkennt ihr Küken nur am Ruf; deshalb tötet eine taube Pute ihr eigenes Kind gleich nach dem Schlüpfen. Dagegen betreute eine normal hörende Pute selbst einen ausgestopften Iltis, in den man ein Gerät einbaute, das Kükenrufe von sich gab. Akustische Auslöser sind zum Beispiel die Rufe der Frösche, die Gesänge der Kerbtiere und der Vögel. Der Wiener Forscher J. Regen ließ Grillenmännchen ins Telefon zirpen. Daraufhin liefen im anderen Zimmer die Weibchen zum Lautsprecher, so wie sie im Freien das Männchen aufsuchen, um sich mit ihm zu paaren. In dem hier geschilderten Versuch sprangen sie zuletzt in den Telefontrichter hinein.

Besonders gut hat man optische Auslöser untersucht. Die Männchen des Dreistachligen Stichlings besetzen zur Fortpflanzungszeit kleine Eigenbezirke (Reviere), die sie gegen männliche Wettbewerber verteidigen. Weibchen dagegen umwerben sie durch einen besonderen Tanz (s. Band V, S. 28). Während der Paarungszeit »imponieren« die Männchen mit ihrem jetzt roten Bauch; der Bauch der Weibchen ist dagegen silbrig und durch den Laich aufgetrieben. Einzeln aufgezogene Stichlingsmännchen reagierten auf einfachste Attrappen, die unterseits rot waren, mit Kampf und auf andere einfache Attrappen, die silbrig und leicht aufgetrieben waren, mit Balz. Mit diesen Merkmalen genügt eine Wurst aus Wachs ohne Flossen. Dagegen bleibt eine naturgetreue Stichlingsattrappe, die weder einen roten noch einen silbrigen dicken Bauch hat, unbeachtet. Beim Zaunleguan (*Sceleporus undulatus*; s. Band VI) tragen die Männchen an den unteren Körperseiten blaue Streifen, während die Weibchen grau sind. Malt man solchen Weibchen blaue Streifen auf, dann werden sie von den Männchen wie Wettbewerber bekämpft. Umgekehrt werben die Männchen um einen Artgenossen gleichen Geschlechts, dessen blaue Streifen man grau übermalt.

Oft lösen mehrere Schlüsselreize ein und dasselbe Verhalten aus; unter Umständen kann jeder »Schlüssel« für sich das »Schloß« öffnen. Das Fut-

terbetteln des Buchfinken läßt sich durch Erschütterungsreize, durch Rufe des Altvogels oder durch einfache optische Reize auslösen. Kommen diese drei Reize zusammen, dann verstärken sie einander in ihrer Wirksamkeit. Silbermöwen haben einen roten Fleck auf dem gelben Unterschnabel. Der Altvogel würgt vor den bettelnden Kindern Futter aus und reicht ihnen kleine Stückchen, die sie abnehmen, dann picken sie selbst sowohl nach dem Futter auf dem Boden als auch nach dem Elternschnabel. Nun bot Niko Tinbergen frisch geschlüpften Küken, die noch kein Futter erhalten hatten, flächenhaft bemalte Attrappen eines Möwenkopfes und zählte, wie oft sie danach pickten. Aufgrund von etwa 16 000 Versuchen sind hier folgende angeborene Schlüsselreize wirksam: Bewegung zum Küken hin, schnabelartige Form, dünn, nicht zu kurz, niedrig, abwärts zeigend, mit Fleck, der am besten rot ist, gut von der unwesentlichen Schnabelfarbe abgehoben. Das Wort »Summierbarkeit« liefert ein recht unzureichendes Bild für das Beziehungszueinander aller dieser Einzelmerkmale in ihrem höchst verwickelten Gefüge.

Übernormale Attrappen

Wie weitere Versuche lehrten, kann man die Güte einer Attrappe so weit steigern, daß sie stärker auslöst als das natürliche Objekt. So konnte Magnus für den Kaisermantel (s. Band II, S. 367) Weibchenattrappen herstellen, auf welche die Männchen öfter anflogen als auf lebende Weibchen ihrer Art.

Signalfälschung

Auslösende Reize sind oft — wie die Psychologen und Verhaltensforscher sagen — gestaltet. So antworten die Männchen des mitteleuropäischen Leuchtkäfers (s. Band II, S. 218 f.) nur auf das Leuchtmuster ihrer Art. Bei der Art *Lampyrus noctiluca* besteht dieses Leuchtsignal aus zwei parallelen Balken und zwei Punkten. Bringt man eine entsprechende Schablone vor eine Taschenlampe, dann kann man damit Männchen dieser Art anlocken. Viele amerikanische Leuchtkäfer verständigen sich mit einem »Blink-Code«, die Folge von Lichtblitzen ist für die einzelnen Arten kennzeichnend. Bemerkenswert ist hier ein Fall von »Signalfälschung«: Die Leuchtkäferweibchen der Gattung *Photinus* können die Signale der Gattung *Photurus* nachahmen. Sehen sie Männchen der fremden Gattung anfliegen, dann zeigen sie deren Arterkennungszeichen und verspeisen sogleich die bei ihnen landenden Männchen. Ähnlich wie der Verhaltensforscher mit Attrappen Tiere über ihre angeborenen Auslösemechanismen »an der Nase herumführt«, so tun dies auch jene Leuchtkäfer.

Fälle von Signalfälschung sind im Tierreich keineswegs selten. So angeln verschiedene Fleischesser mit Beuteattrappen. Bei den Anglerfischen (Antennariidae) trägt der frei bewegliche vordere Rückenflößenstrahl an seinem Ende Hautlappen oder wurmförmige Anhängsel (z. B. bei *Phrynelox scaber*). Die tarnfarbigen Angler liegen am Grund und bewegen nur die Angel und den Köder, damit locken sie Fische an, die dann geschnappt werden. Tiefseangler zeigen sogar leuchtende Köder, bei einer Art der Gattung *Galathea-thauma* befindet sich der leuchtende Köder am Munddach, so daß die Beute geradewegs in den Mund gelockt wird. Auch noch eine ganze Reihe anderer Tierarten hat das Angeln erfunden. Der Großmundwels (*Chaca chaca*; s. Band IV, S. 396) angelt mit seinen Barteln. Die Geierschildkröte (s. Band VI) liegt mit offenem Mund am Grund ihres Gewässers und verwendet die zu einem wurmartigen Faden ausgezogene Zungenspitze als Angelköder.

Man bezeichnet solche Fälle von Signalfälschung auch als Mimikry. Von den Lebewesen werden die verschiedensten Signale nachgeahmt. Im Indischen Ozean lebt der Putzer-Lippfisch *Labroides dimidiatus* (die Meerschwalbe; s. Band V, S. 154) im wesentlichen davon, daß er Riff-Fische von Schmarotzern befreit. Zu diesem Zweck schwimmt er sogar in den Rachen von Zakenbarschen und anderen Raubfischen, ohne dabei Schaden zu nehmen. Die Wirte erkennen »ihren Putzer« sowohl an seiner Tracht als auch an seinem Verhalten. Die Putzer haben einen auffallenden dunklen Streifen über die ganze Körperseite und einen blauen Rücken, zudem wippen sie beim Tanzen vor dem Wirt mit dem Schwanz auffällig auf und ab. Der Säbelzahn-Schleimfisch (*Aspidontus taeniatatus*) ahmt nun den Putzerfisch bis in die Einzelheiten so täuschend nach, daß ich (Eibl-Eibesfeldt) bei meinen Tauchabstiegen im Indischen Ozean lange brauchte, um ihn zu entlarven. Anfangs hielt ich ihn für einen Putzer; doch mir fiel auf, daß diese vermeintlichen »Putzer« beim Wirt Flucht auslösten, wenn sie sich an ihm zu schaffen machten. Erst als es mir endlich gelang, einen zu fangen, und er mich so kräftig in die Hand biß, daß ich blutete, war mir klar, daß ich keinen Putzer vor mir hatte.

Der Säbelzahn-Schleimfisch hat sich wie mehrere nahe verwandte Arten darauf spezialisiert, anderen Fischen aus Flossen, weichen Hautteilen und Kiemen Stücke herauszustanzen. Die meisten Arten müssen sich an ihre Opfer anschleichen und sie dann überfallen. Um besser an sie heranzukommen, tarnt sich der Säbelzahn-Schleimfisch als Putzer, tanzt wie ein Putzer und hat die gleiche Färbung. Ist er dann nahe bei seinem Opfer, das einladend die Kiemendeckel oder den Mund öffnet, dann stanzt er schnell ein Stück aus dessen Haut. Bemerkenswert ist, daß sich der Nachahmer sogar Merkmale der geographischen Unterart seines Vorbildes aneignet. Bei den Tuamotu-Inseln in der Südsee ist der Putzer um die Leibesmitte herum orangefarben, und dort zeigt auch der Nachahmer dieses Merkmal. Bei den Malediven im Indischen Ozean hat er am Grunde der Brustflosse einen schwarzen Fleck — der Nachahmer ebenfalls.

Selbst Pflanzen fälschen Signale. Die Blütenlippe von Ragwurzorchideen der Gattung *Ophrys* ähnelt in Farbe und Gestalt den Weibchen bestimmter Langhorn- und Sandbienen; sie ahmt zugleich deren Sexual-Lockstoff nach. Wenn durch beides angelockte Männchen dieses Blütenblatt zu »begatten« versuchen, beladen sie sich mit den Pollen, die sie auf die nächste Blüte übertragen.

Vielfach haben sich im Dienste der zwischenartlichen oder innerartlichen Verständigung Ausdrucksbewegungen (auslösende Riten) entwickelt. Wie sie entstehen, haben wir ja schon am Beispiel der Pfauenbalz erläutert. Die durch solche »Symbolhandlungen« gemachten Mitteilungen können recht kompliziert sein. So melden Honigbienen ihren Stockgefährten durch einen besonderen Tanz (s. Band II, S. 525–527), wo sie eine gute Futterquelle gefunden haben. Daß auch wir Menschen mit Ausdrucksbewegungen, körperlichen Auslösern und angeborenen Auslösemechanismen ausgerüstet sind, wird in Band XI, S. 61 ff., eingehender dargestellt.

Im allgemeinen warten Tiere nicht passiv darauf, daß sich irgend etwas ereignet. Oft sind sie von sich aus tätig und suchen je nach Stimmung ir-

Mimikry

Stimmungen

Triebe

gend etwas mehr oder weniger genau Bestimmtes. So sucht der nestbauende Vogel nur Genist, der paarungsbereite nur einen Partner und — bei einhigen Arten — den Gatten. Hungrige sind nur auf Nahrung, angriffslustige nur auf Wettbewerber aus. Diese unterschiedliche Bereitschaft, auf ein und dieselbe auslösende Reizsituation zu antworten, geht auf besondere physiologische Mechanismen zurück; sie bewirken als innere Antriebssysteme, daß das Tier zur rechten Zeit das Richtige unternimmt und nicht etwa verhungert, weil lange nichts Genießbares in seine Nähe kam. Solche Mechanismen sind zum Teil recht gut untersucht worden. Der Durst, der die Wassersuche auslöst, wird bei Säugetieren über Empfänger im Stammhirn, die die Zusammensetzung der Gewebs- und Blutflüssigkeit messen, in Gang gesetzt. Ist die Gewebsflüssigkeit zu stark eingedickt, dann meldet der Empfänger dies, und das Tier wird durstig — es beginnt nach Wasser zu suchen. Führt man Salzlösungen von höherem osmotischen Wert als dem des Blutes in eine Vene ein, so wird das Tier gleichfalls durstig. Intravenös eingespritztes salzarmes Wasser dagegen wirkt durststillend, ebenso wie im Normalfall das Trinken; nur braucht es etwas länger, bis der Salzgehalt des Blutes hinreichend abnimmt. Bis das geschehen ist, schalten verschiedene Stoffe den Durst ab.

Hunde mit einer Speiseröhrenfistel, durch die alles getrunkene Wasser abläuft, bevor es in den Magen kommt, trinken dennoch nur eine bestimmte Menge; danach scheint ihr Durst für eine kurze Zeit gelöscht. Pumpst man, während der Hund »scheintrinkt«, einen Ballon in seinem Magen auf, dann beendet er das Trinken früher. Offenbar gibt es »Registrierungen« für die Anzahl der Trinkbewegungen und die Magenfüllung; ist das »Soll« für beides erfüllt, dann hat das Tier zunächst einmal den Durst gelöscht. Dem Hunger liegen vergleichbare physiologische Mechanismen zugrunde, übrigens keineswegs die gleichen in verschiedenen Tiergruppen. Die Schmeißfliege nimmt so lange Nahrung auf, bis ihr Vorderdarm gefüllt ist. Das meldet ihr ein Nerv (der Nervus recurrens); durchschneidet man ihn, dann saugt die Fliege so lange, bis sie unförmig aufgetrieben ist und stirbt.

 Steuerung durch
Hormone

Neben inneren Sinnesmeldungen spielen Hormone beim Aufbau besonderer Stimmungen eine große Rolle. Die Bedeutung der Geschlechtshormone für den Paarungstrieb ist allbekannt. In ähnlicher Weise werden viele andere Verhaltensweisen, zum Beispiel die der Brutpflege, durch Hormone gesteuert. Beim Rattenweibchen steigert das Hormon Progesteron in der zweiten Schwangerschaftsphase die Nestbautätigkeit; aber dieses Hormon wirkt ebenso auch bei nichtschwangeren Ratten, wenn es ihnen künstlich verabreicht wird. Mit der Geburt endet die Ausschüttung des Progesteron; doch nun wirkt der von den ganz kleinen Jungen ausgehende Anreiz steigend auf den Nestbau ein. Bei Tauben löst das gleiche Hormon die Brutstimmung aus. Spritzt man Täubern und Täubinnen Progesteron ein und setzt sie sieben Tage danach in einen Käfig mit einem künstlichen Nest und Eiern, dann brüten sie sogleich. Im Gegensatz dazu ist ein unbehandeltes Taubenpaar erst sieben Tage nach dem Zusammensetzen zum Brüten bereit. Wie Versuche ergaben, regen die Partner einander durch ihr Balzverhalten zu passender Hormonausschüttung an. Ein Weibchen braucht den balzenden Part-

ner nur durch eine Glasscheibe hindurch zu sehen, um nach sieben Tagen brutlustig zu sein. Dagegen wird ein Weibchen durch den Anblick eines kastrierten, nicht balzenden Männchens nicht erregt. Wieder ein anderes Hormon, das Prolaktin, sorgt für die Absonderung von Kropfmilch, mit der die Tauben ihre Jungen füttern (s. Band VIII, S. 237).

Für das, was man »Bewegungsdrang« und »Müdigkeit« nennt, sind bei Wirbeltieren Orte des Stammhirns mitverantwortlich, so die *Formatio reticularis*. Es gibt wohl kein Tier, das wie ein Automat auf einen äußeren Anstoß warten muß, um tätig zu werden oder zur Ruhe zu gehen. Erich von Holst entdeckte die zentralnervösen Automatismen, die allen angeborenen Fortbewegungsweisen, also den Gangarten, dem Springen, Klettern, Schwimmen und Fliegen, zugrunde liegen; sie bedürfen keiner Auslösung und ordnen sich selbst. Ein Aal, bei dem man durch Zerschneiden der hinteren Wurzeln der Spinalnerven (s. Band IV, S. 60) alle Rückmeldungen von Haut und Muskeln zum Rückenmark ausgeschaltet hat, kann sich dennoch wohlgeordnet schlängeln; eine ebenso behandelte Kröte vermag noch zu schwimmen und im Kreuzschritt zu laufen. Die der Bewegung dienenden dauernden Impulse beim unversehrten Tier werden nicht ständig an die Muskeln weitergeleitet; es gibt vielmehr übergeordnete Nerven, die eine solche Dauerentladung verhindern. Sie geben beim Eintreffen bestimmter Außenreize den motorischen Impulsen freie Bahn.

Das Aktivitätsbedürfnis ist artverschieden. Darum sieht man normal ernährte Wölfe in Zoogehegen stundenlang auf und ab laufen, während Löwen tagsüber meist faul daliegen. Auch vielen Instinkthandlungen scheint diese Art von Antrieb zu unterliegen. Mit dem Bewegungsvollzug erlischt die Bereitschaft dazu, und das Tier ist vorübergehend aus dieser Stimmung entlassen. Konrad Lorenz hielt einmal einen zahmen Star, der gut gefüttert wurde und keine Gelegenheit hatte, selbst zu jagen. Dennoch flog er von Zeit zu Zeit plötzlich von seinem Sitzplatz hoch, schnappte nach »nicht Vorhandenem«, kehrte dann zur Sitzstange zurück, machte die Totschlagbewegung und schluckte. Dann hatte er wieder für ein Weilchen seine Ruhe. Die Beutefanghandlungen des Stares haben offenbar eigene Mechanismen, die von denen der Nahrungsaufnahme unabhängig sind. Das ist auch bei vielen anderen Tieren so. Ein satter Hund befindet sich oft noch in Jagdstimmung; wenn er keine Gelegenheit hat, die Jagdhandlungen richtig abzureagieren, dann sucht er sich Ersatzobjekte zum »Totschütteln« und Umhertragen — notfalls einen Pantoffel seines Herrn.

Untersuchungen über das innerartliche Kampfverhalten der Wirbeltiere haben gezeigt, daß dem Kämpfen ein Kampftrieb zugrunde liegt, der sich stauen kann; das Tier drängt danach, ihn durch Kämpfen abzureagieren. Lange einzeln gehaltene männliche Buntbarsche der Art *Etroplus maculatus* bekämpfen auch zugesetzte Weibchen; die Paarung glückt nur, wenn man beiden Partnern noch ein Männchen zugesellt, das als »Prügelknabe« alle Angriffslust (Aggression) des ortsansässigen Männchens ableitet. Durch elektrische Hirnreizung mit feinen Elektroden, die ins Gehirn versenkt werden, kann man Tiere ebenfalls in eindeutig erkennbare »Stimmungen« versetzen. Bei Reizung eines bestimmten Hirnortes wird ein Huhn zum Beispiel rauf-

Bewegungsdrang

lustig und wandert so lange unruhig suchend umher, bis es einen Gegner findet. Von anderen Hirnorten lassen sich Hunger, Durst, Angst, Balz- oder Schlafstimmung in Tätigkeit setzen.

Lernen

Die meisten Tiere können aus Erfahrungen lernen und sich damit wechselnden Umweltbedingungen anpassen. Auf diese Weise erwerben sie sowohl Kenntnisse als auch Fertigkeiten. Eine Kröte gewöhnt es sich ab, nach Ungeheißbarem zu schnappen. Empfindet ein Tier Schmerz, so merkt es sich die Umstände, die dazu geführt haben, und meidet sie. Mit Hilfe von Wegmarken lernen die Tiere sich zurechtzufinden; sie verknüpfen irgendwelche Reize, die sie vorher nicht beachtet haben, mit bestimmten für sie bedeutungsvollen Ereignissen, wenn diese Ereignisse die Reize regelmäßig begleiten. Hunde speicheln beim Anblick eines Fleischbrockens, nicht jedoch, wenn ein Glockensignal ertönt. Läßt man aber die Glocke läuten, so oft man dem Hund ein Fleischstück zeigt, dann fließt sein Speichel bald schon allein aufs Glockenläuten hin. Das Versuchstier hat nunmehr den lediglich »bedingt wirksamen« Laut mit dem angeborenermaßen »unbedingt wirksamen« Reiz »Hier ist etwas Eßbares!« verknüpft. Der russische Physiologe Iwan Pawlow (1849–1936) nannte dies die Bildung eines bedingten Reflexes; Psychologen sprechen hier von »Assoziation«.

Neben solchen Kenntnissen erwerben die Tiere — wie erwähnt — auch Fähigkeiten. Eichhörnchen sprengen Haselnüsse mit einer arbeitsparenden Technik. Sie nagen eine kurze Furche über die Breitseite zur Spitze der Nuß, setzen dann die unteren Nagezähne hebelnd in diese Furche und sprengen die Nuß in zwei Hälften. Wie Versuche mit unerfahrenen Eichhörnchen ergaben, muß diese Technik gelernt werden, angeboren sind nur die Einzelbewegungen. Unerfahrene Eichhörnchen nagen zunächst regellos Furchen über die Oberfläche der Nuß. Dabei versuchen sie immer wieder, ihre Nagezähne hebelnd einzusetzen, was allerdings erst bei der richtigen Furchenlage zum Erfolg führt. Sie lernen rasch, daß man parallel zur Faserung der Nußschale leichter nagt als quer dazu; und da sie überdies schnell behalten, wie sie zum Erfolg gelangen, »begreifen« sie in Kürze die Sprengtechnik. Wie man die beiden angeborenen Bewegungen des Nagens und des Sprengens zu einer funktionellen Einheit zusammenfaßt, das lernen sie nach »Versuch und Erfolg« durch »Selbstdressur«.



Eine Kohlmeise hebt den Milchflaschendeckel.

Außer bei sich selbst kann man lernen, indem man anderen etwas nachmacht. In der Gegend von Belfast (Nordirland) und in Südengland verfielen Blau- und Kohlmeisen darauf, die morgens vor die Haustüren gestellten Milchflaschen zu öffnen; und im Laufe von zwölf Jahren hat sich diese »Erfindung« offenbar durch »Absehen« als echte Tradition über beide Inseln weit ausgebreitet.

Traditionen

Besonders genaue jahrzehntelange Untersuchungen des Zustandekommens echter Traditionen verdanken wir japanischen Forschern an etwa dreißig verschiedenen Trupps von Rotgesichtsmakaken (s. Band X, S. 399). Die in dichtem Wald umherwandernden Horden gewöhnte man allmählich an übersichtliche Futterplätze und damit mehr oder weniger rasch an menschliche Beobachter — je nachdem, ob sie schon schlechte Erfahrungen mit Menschen gemacht hatten oder nicht. Auf der Insel Koshima kam ein altes Makaken-

weibchen darauf, die lehmigen Süßkartoffeln in einem Bach zu waschen. Die Forscher haben genau beobachtet, wie zuerst das Kind der Erfinderin, dann immer weitere Tiere und nach Jahren alle mit Ausnahme der ältesten Männchen dem Beispiel folgten. Bald wuschen die Makaken die Süßkartoffeln auch im Meerwasser und salzten sie dadurch. Das ist besonders bemerkenswert, da Affen — von wenigen Ausnahmen abgesehen — als äußerst wasserscheu gelten. Hier aber entwickelte sich ein vorbildliches Badeleben: Die Makaken schwammen, holten vom Grunde allerlei »Meeresfrüchte« (eßbare Seetiere) herauf und verzehrten sie. In Takasakiyama gewann man genaueste Einblicke in die Soziologie des Trupps, der immer größer wurde und sich endlich aufteilte. Hier kümmerten sich die »Paschas« um je ein bestimmtes Jungmädchen, das sich ihnen gegenüber alles erlauben durfte und sich dadurch in der Folge den sozialen Aufstieg sicherte. Dasselbe Verhalten sah man auch in Takasaki regelmäßig, an sechs weiteren Orten gelegentlich bis ausnahmsweise, an allen übrigen Stellen nie.



Die Erfinderin (Makakenweibchen) beim Baratenwaschen (stärkereiche, kartoffelartige Knolle eines tropischen Gewächses mit süßem Geschmack).

Das schönste Beispiel für Traditionsbildung ist das, was den Menschen vor allen Tieren auszeichnet — seine Sprache. Alles, was notwendig ist, um in Worten sachdienlich zu sprechen, findet sich aber auch schon bei Tieren, zum Beispiel bei manchen Vogelarten die Fähigkeit, Gehörtes lautgetreu nachzuahmen. Kein Säugetier tut es hier dem Graupapagei (s. Band VIII, S. 284 bis 286) auch nur annähernd gleich. Im unbenannten (sprachlosen) Denken ist das Meistertier wohl der Schimpanse, obwohl er nicht »nachspotten« kann.

Ein sehr rasches Lernen in einer vergleichsweise kurzen Phase besonderer Aufnahmefähigkeit hat Konrad Lorenz »Prägung« genannt. Auf Sinneswahrnehmungen bezüglich (sensorisches) Denken setzt angeborene Auslösemechanismen (AAMs) voraus, in die bei passender Stimmung Einzelheiten »hineingelernt« werden, so daß man den AAM auch psychologisch als die erbliche Variationsbreite, sozusagen den Inbegriff aller so auslösenden Situationen, bezeichnen könnte. Nach triebhaft-zweckgerichtetem (appetentem) Suchen und Finden lösen die AAMs eine Instinkthandlung stimmungsgerecht aus und lassen sie lustvoll ablaufen, womit die Handlung zugleich ihren biologischen Sinn erfüllt. Dabei verzehrt sich die Stimmung, also die besondere Bereitschaft zum Handeln, und macht einer neuen Platz. So prägt das frisch geschlüpfte Graugansküken (s. Band VII, S. 275) sein Nachlaufen auf das Bewegte, das es als erstes sieht, im Normalfall ist dies die Mutter, unter der es schlüpfte. Im Brutschrank zur Welt gekommene Graugansküken prägen sich auf »Mensch« und können — wenn ein und derselbe Mensch sie dann lange führt — seine persönlichen Merkmale hinzulernen. Hat sich dem geschlüpfen Gänschen kein Mensch gezeigt, so kann es sich ebenso gut auf eine über die Wiese gezogene Schuhshachtel prägen, besonders wenn aus ihrem Innern vom Band etwas erklingt, was im Rhythmus oder auch im Laut an den artgemäßen Führungsruf »gang gang« erinnert.

Auch wir Menschen lernen ja das Melken, Mähen, Skilaufen, Flöteblasen oder Maschineschreiben nicht vom bloßen Zusehen, wir müssen zudem fleißig üben. Wohl nur sehr wenige hochstehende Tiere sind imstande, anderen nichtangeborene Bewegungsweisen abzusehen und sie nachzuüben. Dagegen

Vorbedingungen und Vorstufen unserer Sprache bei Tieren von O. Koehler

Prägung

Abhören und
Dialektsingen

sind im »Abhören« klanglich genauer Nachahmung von Gehörtem nicht wenige Vogelarten Meister. In Band VIII, S. 284/285 ist beschrieben, wie Buchfinken in das ihnen angeborene artgemäße »Buchfinkisch« im zweiten Frühjahr Einzelheiten des ortsüblichen Schlages hineinlernen, so daß regelrechte Ortsdialekte entstehen. In einem Wäldchen, wo »richtige« Vorsänger fehlten, haben früher einmal Jahr für Jahr alle Buchfinken wie Baumpieper gesungen. Der kalifornische Weißkehl-Ammerfink (*Zonotrichia leucophrys nuttalli*) prägt sich schon mit drei Wochen den Dialekt des Vaters ein; aber singen kann er ihn erst nach dem »Stimmbruch«, auch wenn er seither sein Vorbild nie wieder hören durfte. Er hat die väterlichen Laute also im Kopf behalten. Wird er vor dem Stimmbruch taub, hilft ihm sein Gedächtnis nichts; er wird kein »Dialektsänger« werden. Hat er dagegen — sich selber hörend — das als Kind Gehörte erst einmal richtig nachgesungen, so kann er es auch weiterhin, selbst wenn er gleich danach taub wird.

Allgemein läßt sich sagen: Um Angeborenes zu singen, braucht der Vogel sich selbst nicht zu hören; er muß sich aber hören, um Gehörtes erstmals richtig nachzuahmen, selbst wenn er das Vorbild in allen seinen Einzelheiten noch lange im Kopf behalten muß, ehe die Entwicklung seiner Stimmwerkzeuge und der passenden Stimmung ihm das Nachsingen ermöglicht. Wenn er dann aber auch nur ein einziges Mal richtig nachgesungen hat, kann er es immer noch — auch dann, wenn er sein Gehör verliert. Ganz ähnlich liegen die Dinge bei taub geborenen oder auf verschiedenen Altersstufen ertaubten Menschen und ihrer Sprache.

Freilandverhalten
und aufgeschobene
Wahlen

So wichtig und interessant auch Laboratoriumsversuche zur Feststellung der Lernfähigkeit und Gedächtnisdauer sind, so soll man darüber doch nie die natürlichen Leistungen des Tieres im Freiland vergessen. Oft genug hat man aus dem Vergleich »aufgeschobener Wahlen«, wie sie anschließend dargestellt werden, sehr falsche Schlüsse gezogen. So legte man in stets gleichbleibender Versuchsanordnung vor einem Affen, einem Schwein, einer Ratte oder einem anderen Versuchstier Futter unter einen von zwei oder mehreren umgestülpten Töpfen; das hungrige Tier hob dann meist den beköderten Topf zuerst auf. Wurde es der Versuche müde und ging dazu über, die Töpfe der Reihe nach abzusuchen, so bestrafte man es. Wenn es hinreichend gelernt hatte, den futterhaltigen Napf zuerst zu heben, hielt man es nach dem Beködern immer länger zurück und stellte fest, für wie lange Zeit aufgeschobene Wahlen noch richtig blieben; das ergab Unterschiede von bestenfalls wenigen Minuten. Dabei schnitt unter Umständen die Ratte besser ab als ein Affe. Aber im Freien muß manch ein Storch drei Jahre oder länger behalten, wo er geboren ist, um ohne Führung aus dem Kapland zu seinem ostpreußischen Dörfchen zurückzukehren (s. Band VII, S. 212). Ein Sandregenpfeiferpaar (s. Band VIII, S. 181) hat acht Jahre lang auf der gleichen Nordseeinsel im gleichen Revier gebrütet; beide sind aus der wohl in Nordafrika liegenden Winterherberge alljährlich getrennt wieder heimgeflogen und haben sich erst auf der Insel wiedergefunden — denn die Männchen kommen etwa eine Woche früher an als die Weibchen.

Die von Jürgen Nicolai untersuchten brutschmarotzenden Witwenvögel (s. Band IX, S. 411) besitzen außer dem arteigenen Lautschatz auch den der

Wirtsart. Ob er angeboren ist oder im Wirtsnest gelernt wird, muß bis zum endlichen Gelingen der Kaspar-Hauser-Aufzucht (der Vogel wächst für sich allein auf, ohne Artgenossen oder Wirtsvögel hören zu können) offenbleiben. Mit genau demselben Ruf, mit dem der Wirtsvogel sein Weibchen zum Nest führt, tut dies auch der Brutschmarotzer; und nur wenn er diesen Laut ganz genau nachmacht, läßt sich sein Weibchen begatten.

Jedes Revierverhalten setzt »Selbstdressur« auf den Ort — also den Eigenbezirk — voraus. Gattentreue bedingt persönliches Kennenlernen. Die junge Trottellumme (s. Band VIII, S. 231) lernt schon im Ei aus dem tausendfältigen Stimmengewirr der Felskolonie den Vater und die Mutter an der Eigenart ihrer Lockrufe persönlich erkennen; umgekehrt kennen auch die Altvögel ihr einziges Ei am Aussehen, schon lange bevor es piept. Silbermöwen sind die Artmerkmale ihrer Eier vertraut, aber sie unterscheiden nicht ihre eigenen von denen der Artgenossen; und ihre Küken lernen sie erst nach dem Ausschlüpfen binnen einiger Tage kennen.

Im Versuch dressiert der Forscher die Tiere durch »Belohnung« und »Strafe«. Dazu gehören zum Beispiel Nahrung oder Wasser für das hungrige oder durstige Versuchstier bei richtiger Wahl, Verscheuchen oder elektrischer Schlag bei falscher Wahl. Eine straffreie Dressur mit Belohnung nennt der Verhaltensforscher positiv, eine Dressur nur mit Strafe negativ, eine mit beiden zugleich »Doppeldressur«. Am besten aber lernt ein höheres Tier auch Aufgaben, die ihm vom Menschen gestellt werden, ohne beides; denn Angst vor Strafe hemmt, und die zuverlässigste Belohnung ist Freude am Gelingen, an der eigenen Leistung, gelegentlich auch Lob. Die »angeborenen Lehrmeister«, wie Konrad Lorenz sich ausdrückt, belohnen durch die Lust, Gesuchtes zu finden, den Trieb zu löschen und etwas erfolgreich auszuführen, was einen selbst und seine Art erhält. »Strafend« wirken Unlust jeder Art, so das Ausbleiben der »Belohnung«, Enttäuschung durch schlechtschmeckende oder übel nachwirkende Nahrung, unbefriedigende Partner, Unterliegen im Kampf, Verlust des Ranges, Angst und vieles andere mehr.

Je starrer die angeborenen Handlungsketten und AAMs sind, desto weniger kann eine Tierart lernen, und um so mehr ist sie durch Umweltänderungen gefährdet. Im Gegensatz zu Nahrungsspezialisten, zum Beispiel dem Koala (s. Band X, S. 115) und der Kleidermotte (s. Band II, S. 320), haben die »Neugiertiere« einen schier unersättlichen Erkundungstrieb. So werden sie zu Kulturfolgern wie unsere Krähenvögel, die schwarzen Milane über den Abwasserausflüssen der Großstädte und die Möwen, die sich zur Winterszeit auf Stadtbrücken und als Begleiter der Schiffe aus Menschenhand ihre Nahrung holen.

Der Psychologe Wolfgang Köhler, der in den Jahren 1917–1921 seine berühmten Intelligenzprüfungen an Menschenaffen veröffentlichte, sprach auch bei Tieren von »Einsicht«, wenn sie eine ihnen noch unbekannte Aufgabe, statt durch tätiges Herumprobieren und Beibehalten von Zufallserfolgen, sogleich durch glücklichen Einfall lösten. Solch ein Einfall ist zuweilen plötzlich da; oft aber geht ihm ein Prüfen und Abwägen in Gedanken voraus, die bei Tieren immer, aber auch bei uns Menschen zum Teil noch »unbenannt« sind. Schließlich »fällt der Groschen« — oft nach jahre-



Im Nest das Wirtsvogelweibchen (Granatastrild), links darunter ihr Männchen, dessen Strophe das langschwänzige Königswitwenmännchen beim Zum-Nest-Führen seines Weibchens (ganz oben) nachahmt, worauf es die Begattung zuläßt.

Dressurmittel
Lust und Unlust

Neugiertiere

Einsicht und Abwägen
in Gedanken



Der Schimpanse ist an der frei stehenden Stange hochgeklettert und wird sogleich, die Banane in der Rechten, herabsausen.



Drei- und Vierkisten-Turm der Teneriffaschimpansen.



Dressurfreie Primärlösung des Rhesusaffen von Nellmann-Trendelenburg.

langem Bemühen als höchster Lohn des Forschers oder Erfinders. Ihm folgt das Streben, die Gedanken mitteilbar zu machen oder selbst in die Tat umzusetzen.

Die Schimpansen in Wolfgang Köhlers Station auf Teneriffa haben uns klassische Beispiele für einsichtige Lösungen gegeben — doppelt wertvoll, weil Köhler sich darauf beschränkte, ihnen die Aufgaben zu stellen, ohne ihnen jemals etwas vorzumachen oder ihnen gar die Hand zu führen, wie dergleichen bei Zirkusdressuren allgemein üblich ist. Abgesehen von der sinnvollen Fragestellung, ist Köhlers größtes Verdienst seine unerschöpfliche Geduld im Zusehen und Aufzeichnen kleinster Erfolge, im Ertragen von Rückschlägen, im Mitempfinden und kritischen Abwägen offenkundiger »Aha«-Erlebnisse seiner Versuchstiere. Als zum Beispiel eine Banane recht hoch frei aufgehängt wurde, verfiel ein Schimpanse darauf, eine etwa vier Meter lange Stange senkrecht darunter zu stellen und blitzschnell daran hochzuklettern, um die Frucht oben zu ergreifen. Wie ein Stabhochspringer kam er dann im weiten Bogen wieder herab. Meines Wissens ist noch kein menschlicher Artist mit vergleichbarer Leistung aufgetreten; jedenfalls hat dies gewiß niemand dem Schimpansen vorgemacht. Den »Erfinder« hat seine Leistung dermaßen erfreut, daß der »Sport« mit der Kletterstange auch ohne Banane zum allgemein beliebten Spiel der dortigen Schimpansen wurde.

Nicht weniger berühmt ist der Kistenturm, den der Schimpanse unter dem Ziel errichtet, um es zu erreichen. Den Rekord von vier Stockwerken stellte dabei das Weibchen »Grande« in mehr als viermonatigem Bemühen auf; er ist wohl noch heute unübertroffen. Sein mangelndes Verständnis für die Statik eines solchen Bauwerkes ersetzt das Tier durch sein hervorragendes Balancievermögen. Der Anblick regt zum Mittun an; aber es gelang keinem der zuschauenden Schimpansen, ein solches neues Prinzip des Handelns auf einmal zu erfassen. Jeder mußte die zum Erfolg führenden Einzelheiten der Reihe nach neu erproben. Überraschend sind zuweilen sogenannte »gute Fehler« — so, wenn ein Schimpanse seine Kiste mit beiden Händen fest gegen die Wand drückt und hinaufzusteigen versucht. Es gibt bei derartigen Experimenten allerdings auch unerfreuliche, zur Routine abgesunkene Lösungen, die einstmals sinnvoll waren, aber nun an falscher Stelle ablaufen.

Andererseits kann ein solches »Einschleifen« der einmal erfolgreichen Handlung auch bei Tieren nützlich sein. Wir lernen ja gleichfalls jede neue Tätigkeit, etwa Nähen, Klavierspielen, neue Wege, Lesen und Schreiben, Schritt für Schritt und Buchstabe für Buchstabe voll bewußt; nach und nach geht alles »von allein«, ja unter Umständen sucht einer verzweifelt die Brille, die er sich eben erst aufgesetzt hat. Der Vorteil ist, daß man beim mechanischen Ablauf — etwa gemeinsamen Musizierens vom Blatt — den Kopf frei hat, um auf die anderen zu hören und den Vortrag zu gestalten.

Einen Schritt auf dem Wege zu einsichtigen Lösungen nennt Köhler das Erfassen eines verständlichen Zusammenhanges. So stellte man einem Rhesusaffen vor seinen Käfig eine Drehscheibe und legte jenseits von seiner ihm wohl bekannten Reichweite eine Kirsche dort darauf, wo sie vom Gitter am weitesten entfernt war. Lange blickte er aus der hintersten Ecke traurig nach dem unerreichbaren Ziel; dann kam er unentschlossen näher, setzte sich, griff

durchs Gitter und legte spielerisch die Hand auf den Rand der Scheibe, so daß sie sich ein klein wenig bewegte. Sofort drehte er in gleicher Richtung zügig weiter (a), bis er die Kirsche von der Scheibe nehmen konnte (b), und ließ sie sich schmecken.

Ein anderer Affe, der schon die Nutzung von Kisten kannte, fand einmal keine Kiste, um sie unter die aufgehängte Banane zu stellen. So führte er den Wärter an der Hand unter die Frucht und schickte sich an, ihm auf die Schulter zu steigen. Als der Wärter auf Anordnung des Versuchsleiters niederkniete, tat der Affe das gleiche, schob beide Arme unter das Gesäß des Wärters und versuchte ihn aufzurichten. Das ist ein Beispiel für Werkzeugverbesserung, vergleichbar dem im Urwald beobachteten Angeln von Schimpansen mit abgerupften, entblättern, beleckten Halmen oder vom Baum abgebrochenen Ruten nach Ameisen und Termiten (s. Band XI, Abb. S. 23). Noch eindeutiger hat uns der Schimpanse »Sultan« eine solche Werkzeugverbesserung gezeigt: Er setzte einen Stock aus zwei Teilen zusammen, so daß er lang genug war, um die Banane heranzuholen. Dieses Verfahren unterhielt den Schimpansen so gut, daß er die Frucht immer wieder hinauswarf und den Doppelstab auseinandernahm, um ihn erneut zusammenzusetzen.

Einem anderen Schimpansen, der vor der gleichen Aufgabe versagte, nahm Sultan den Stab aus der Hand, machte ihm die Sache vor und warf ihm lässig die Banane zu. Wenn kein zweiter Stab dalag, holte Sultan zum Beispiel eine Latte und nagte sie an den Enden so lange zu, bis der Zapfen in die Höhlung des Schilfrohrs paßte. Da wird sich Sultan doch wohl einen Begriff davon gebildet haben, wie sein Stab beschaffen sein sollte und was zu seiner Verbesserung nötig war.

Wer nichts von Tieren weiß und sich zu vornehm dünkt, von ihnen abstammen, ist schnell bereit, die »Kluft« zwischen Mensch und Tier »unüberbrückbar« zu nennen, weil angeblich der Mensch allein spricht, denkt, spielt, Kultur, Geschichte und Tradition besitzt, Werkzeuge benutzt, herstellt, verbessert und so fort. Aber für alle diese scheinbar rein menschlichen Eigenheiten — mit einziger Ausnahme: der Sprache — haben wir schon Gegenbeispiele kennengelernt. Nur die Sprache im vollen menschlichen Sinn scheint Tieren wirklich zu fehlen. Sprache macht aus allem, was der Mensch mit den Tieren gemeinsam hat, etwas Neues; sie begründet eine neue Lebenserscheinung, die wir Geist nennen, mit all ihren unvergleichlichen menschlichen Leistungen bis hinauf zur Selbstverantwortung, Moral, Ethik, Religion, Kunst und Wissenschaft, endlich auch zum Nachdenken über sein eigenes Nachdenken — zur Philosophie. Dennoch ist die menschliche Sprache, die dies alles ermöglicht, nicht fix und fertig vom Himmel gefallen, sondern hat sich wie alles, was lebt, entwickelt.

Die wichtigste aller Vorbedingungen und Voraussetzungen für unsere Sprache ist das unbenannte Denken. Dieser Begriff ist für den, der Denken als sprachgebunden und als alleiniges Vorrecht des Menschen versteht, ein Widerspruch in sich. An der Tatsache aber ist nicht zu rütteln, daß ein menschlicher Säugling nicht spricht. Welch eine Mutter würde deshalb zugeben, daß er nicht denken könne? Sein Lächeln beglückt sie am ersten Tag wie lebenslang, sie lächelt zurück, herzt, trägt, wiegt und schaukelt ihn, daß er

Werkzeugverbesserung



Köhlers Schimpanse »Sultan« steckt zwei Stöcke zusammen.

Die »unüberbrückbare« Kluft

Unbenanntes Denken beim menschlichen Säugling

nur so jauchzt vor heller Freude; und wenn er schreit, so errät sie, was er braucht, um wieder zu lächeln. Das tut der Säugling auch hin und wieder in unruhigem Schlaf, vielleicht in glücklichen Träumen. Da abgeleitete Hirnströme (Enkephalogramme) beim Träumen unverwechselbare besondere Wellenbilder zeigen, konnte man beweisen, daß das Kind, je jünger es ist, eine um so längere Zeit seines Gesamtschlafes verträumt.

Lallen der Kleinkinder

Bald fängt das Kind an zu lallen, gurgelt mit Speichel und kräht in schwindelnden Höhen. Mit der Zeit treten immer neue Einzellaute auf, der »Lallmonolog«, der dem Jugendgesang vieler Singvögel vergleichbar ist (s. Band VIII, S. 284), wird immer reichhaltiger. Wenn später einzelne bestimmte Silben gleichzeitig aneinandergereiht werden (»dadaieren«), hat man den Eindruck, daß das Kind übe. Taubgeborene lallen wie normale Kleinkinder und ebenso übereinstimmend vermutlich sämtliche menschlichen Säuglinge, gleich welcher Hautfarbe und Nation sie sind. Demnach wären den Menschenkindern sämtliche Einzellaute angeboren, aus denen sich alle erdenklichen Sprachen unserer Erde zusammensetzen; sie brauchen später lediglich die Worte ihrer Muttersprache zu lernen. Aber woher wissen sie, was diese Worte bedeuten?

Nachspotten

Das Nachahmen gehörter Laute — auch von Menschenworten — gelingt manchen Vögeln ebenso gut, wenn nicht besser als uns (s. Band VIII, S. 284/285). Unter den Säugetieren allerdings kommt uns darin keines gleich. Im absoluten Gehör, im Einhalten von Zeitmaß und Rhythmus, sind manche Vögel und höhere Säugetiere uns Menschen merklich überlegen. Ihnen und uns gemeinsam ist das unbenannte Denken, das uns den Schlüssel zum Wortverständnis in die Hand gibt. Unsere Eigennamen und ihnen gleichwertige Wortgruppen wie »Johann Sebastian Bach«, »mein Haus«, »mein erstgeborener Enkel« bezeichnen etwas Einmaliges und Unverwechselbares; es sind sogenannte Vorstellungen. Man kann sie abbilden, ihre Entwicklung im Film festhalten. So verschieden alle möglichen Häuser und Tische auch sein mögen — sie haben etwas ihnen allen Gemeinsames, woran wir sie als Häuser

Vorstellungen

Begriffe

oder als Tische erkennen. Diesen Begriff »Haus« oder »Tisch« können wir aber nicht abbilden, sondern ihn nur an Einzelvorstellungen erläutern. Wohl können wir ihn definieren durch einen Oberbegriff mit bestimmter Einschränkung: Tisch = zum Tragen gestützte Platte. Unsere Sätze geben Urteile wieder, zum Beispiel: »Dies ist mein Haus«, »Da geht es nach Hause«, »SOS« = »Hier ist Hilfe vonnöten«.

Urteile

Zweifellos haben Kinder, die noch nicht sprechen, bestimmte Vorstellungen, zum Beispiel von vertrauten und fremden Personen, von ihren Spielzeugen, von beliebter oder nicht beehrter Speise; sie haben auch Begriffe und Urteile. Nach wochenlanger Abwesenheit ist einem Kleinkind der frühere vertraute Wohnraum mit allem, was es darin angeht, in allen Einzelheiten sofort wieder vertraut. Dasselbe gilt für höhere Tiere in zum Teil unvergleichlich größerem Ausmaß. Was muß ein Zugvogel alles behalten, um alljährlich das gleiche Winterquartier zu finden, im nächsten Frühjahr zu seinem vorigen Brutrevier zurückzukehren und — wenn er gattentreu ist — dort unter tausend Durchzüglern seine Frau wiederzuerkennen! Solche Beispiele für unbenannte, stets erlernte Vorstellungen lassen sich beliebig häufen.

Angeborene Auslösemechanismen (AAMs) sind — subjektiv ausgedrückt — angeborene, manchmal eng umschriebene Begriffe. So sticht zum Beispiel die Zecke in Warmes, das nach Buttersäure riecht; die Mottenraupe hingegen verzehrt Horn. Der AAM für Revierverhalten unseres Storchs fordert einen Platz, wo Genist liegen bleibt, mit weiter Aussicht und ungehindertem Anflug; der für den Sandregenpfeifer verlangt Sandstrand an salzigem Wasser. Danach sucht der Heimkehrer im frühen Frühling, und hat er es gefunden, so lernt er vielerlei Merkmale dieses Geländes so kennen, daß der Begriff »Revier« zur Vorstellung »Mein Revier« wird; und er urteilt: »Fremde Männer müssen draußen bleiben; nur meine Frau soll hier brüten!« In besonders weite AAMs wird »hineingeprägt«, das heißt: In einem bestimmten Lebensalter lernt das Tier rasch und dauerhaft, nach welchen Sondermerkmalen sich diese oder jene Verhaltensweise zu richten hat. So werden manche handaufgezogenen Vögel zu »Menschenvögeln«, die später von Artgenossen nichts wissen wollen, sondern statt dessen ihrem Pfleger Balzanträge machen.

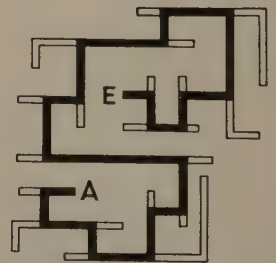
In der einzigartigen Bienenprache (s. Band II, S. 526–528) symbolisiert die Schräge der Schwänzelstrecke auf der dunklen senkrechten Wabe die Richtung, die durchschnittliche Geschwindigkeit der Tänzerin auf der Schwänzelstrecke die Entfernung des Trachtortes; und der Duft der tanzenden Biene teilt mit, was es dort gibt. Das Tanzen und das Verstehen, was dieses Tanzen bedeutet, ist den Tieren angeboren; aber jeweils neu lernen müssen sie, welche Einzelmerkmale der Tanz mitteilen soll. Dadurch verengern sie die zugrunde liegenden AAMs von Tanz zu Tanz zu wechselnden »unbenannten Vorstellungen«.

Darüber hinaus können höhere Tiere auch aus eigener Erfahrung neue Begriffe bilden. So gewöhnte sich ein großer Buntspecht daran, künstliche, von Blaumeisen bewohnte Bruthöhlen aufzumeißeln — und zwar genau in der Höhe, wo die Nestlinge sitzen. Dieser frei lebende Vogel hat sich das selbst ausgedacht. Um den Vorgang der Begriffsbildung genauer zu analysieren, muß man den Tieren Aufgaben stellen und prüfen, ob sie imstande sind, das Gelernte auf gleichsinnige, aber anders gebotene Aufgaben zu übertragen.

Das nebenstehend abgebildete Hochlabyrinth ist aus 2,4 Zentimeter breiten Aluminiumlinealen zusammengesetzt und ruht in Tischhöhe auf je zehn einander überkreuzenden feinen Klavierdrähten, die in einem waagerechten Rahmen von 2,70 Meter Seitenlänge ausgespannt sind. Bei A ließ man die Maus aus einem langgestielten Kästchen frei; die bei E angelangten Mäuse bestiegen einen rasch dorthin ausgestreckten Holzlöffel, auf dem man sie in den vertrauten Käfig heimtrug. Alle Lineale zusammen sind 125 Zentimeter, der kürzeste Weg, der sämtliche neunzehn falschen »Blindgassen« vermeidet, ist 402 Zentimeter lang. Der Beobachter wechselte hinter einem übermannshohen Sichtschutz nach jedem Lauf seinen Platz. Auf ungewohnten Pfaden setzen Mäuse Harntropfchen ab, nach denen sie ihren Weg wiederfinden. Im geschlossenen Raum können sie sich außerdem nach den Geräuschen ihrer Artgenossen im Wohnkäfig und nach den Echos von den Wänden richten. Aber wenn man von Dressurbeginn an das Labyrinth nach jedem Lauf auseinandernimmt, die Teile entduftet und in alter Weise wieder zusammen-

Angeborene Begriffe

Selbsterworbene Begriffe



Dressurlabyrinth in Aufsicht: A Anfang und E Ende des (nur in der Abbildung schwarzen) »richtigen« Weges; weiß: die zu vermeidenden Blindgassen.

hoffentlich unwissentliche – winzige Mitbewegung des Vorführenden ihnen Einhalt gebietet. Herden- und Gruppentiere, die auch kleinste Stimmungswechsel ihrer Artgenossen genau beachten, lassen daheim verständlicherweise den menschlichen »Meutführer« nicht aus den Augen. Der aber weiß von seinen unwillkürlichen Ausdrucksbewegungen nichts und wundert sich, daß der Hund ihm plötzlich in heller Freude die Leine an den Schreibtisch bringt, noch ehe der Herr endgültig beschlossen hat, aufzustehen. »Er kennt mich besser als ich mich selbst«, heißt es dann.

Dieser sogenannte »Kluge-Hans-Fehler« wurde erstmals von dem Psychologen Pfungst am »zahlenklopfenden« Pferd des Herrn von Osten nachgewiesen; er ist um so schwerer zu vermeiden, je enger sich das Versuchstier dem Menschen anschließt. Im Zirkus sieht man stets fortlaufende Dressur, ständiges Wechselspiel zwischen Vorführer und Tier. All dies beweist in keiner Weise die »Klugheit« von Tieren. Nur der Versuch unter Ausschaltung des Versuchsleiters und aller falschen Schlüssel zeigt, was das Tier selbst gelernt hat und allein leistet. Deshalb schildern wir im folgenden einzig und allein statistisch sichere Ergebnisse solcher Versuche.

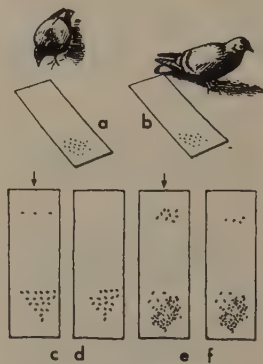
Als erstes lagen auf einem Brettchen quer zur Anmarschrichtung einer Taube links zwei Weizenkörner, rechts aber eines und umgekehrt in zufallsmäßigem Seitenwechsel. Die zwei Körner durfte der Vogel essen, von dem einen wurde er immer weggeschucht. Danach lernte die Taube drei von zwei, dann vier von drei zu unterscheiden, und die damals beste Taube unterschied sogar fünf von vier. Die Unterscheidung von sechs gegen fünf glückte nicht mehr. Anfangs lagen die Körner in regelmäßiger Anordnung, zum Beispiel vier und drei je in einer Reihe oder vier im Quadrat und fünf wie auf Dominosteinen. Hatte die Taube das glücklich gelernt, so fiel plötzlich die »Figurenhilfe« weg: Die Körner einer Gruppe lagen in aufeinanderfolgenden Versuchen jedesmal anders als zuvor, manchmal eng beisammen, manchmal weit voneinander entfernt in immer neuen Mustern. Dieser Umstellung war keine Taube sogleich gewachsen; alle mußten jeweils neu lernen.

Das Tier vergleicht im Herankommen, welche von zwei nebeneinander zugleich »simultan« sichtbaren Gruppen mehr Körner hat; es muß »Anzahlen sehen«. In anderen Versuchen muß es »Anzahlen abhandeln«; es hat zum Beispiel von einem Häufchen Körner nacheinander (sukzessiv) zwei aufzupicken und den Rest liegen zu lassen. Streckte die Taube den Hals nach dem dritten Korn aus, so flog alles in die Luft, bis sie ihre Aufgabe beherrschte und von selbst aufhörte. Das glückte ihr ebenfalls bis zur Zahl Fünf; das simultane und das sukzessive Vermögen hatten die gleiche obere Grenze. Als eine Taube fehlerfrei auf die Zahl Fünf handelte, legten wir das Brettchen längs zu ihrem Weg und vorn zum Beispiel zwei, hinten viele Körner darauf. Jetzt nahm der Vogel, der ja auf Fünf handeln konnte, vorn die beiden, hinten drei Körner und ging ungeschucht davon. Einzeldressuren waren unnötig; auch wenn die Zahl der vorn liegenden Körner ständig gewechselt wurde, pickte die Taube stets hinten jeweils so viele Körner auf, wie ihr an der Fünf noch fehlten. Es war, als verstünde sie, daß $0 + 5 = 1 + 4 = 2 + 3 = 3 + 2 = 4 + 1 = 5 + 0$ ist.

Man fand immer neue, möglichst straffreie Methoden, auch solche in Ab-

»Kluge« Hunde und Pferde

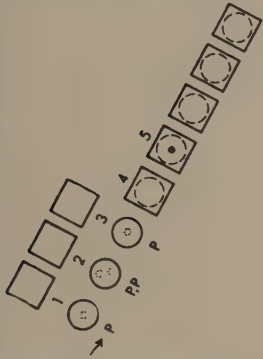
Unbenannt zählende Tiere



Auf Fünf handelnde Taube findet – alles ohne Nachdressur – (a) vorn ein Korn, ißt hinten (b) deren vier, läßt den Rest liegen und fliegt ab. Wenn (c) drei Körner vorn liegen, nimmt sie (d) hinten zwei. Liegen (e) vorn neun, pickt sie nur (f) deren fünf und geht nicht mehr zum großen Haufen.



Zwei der hundert Lichtbilder. In der Mitte oben das ständig wechselnde Muster, darum herum fünf Gruppen mit drei bis sieben Flecken, deren Form, Größe und Anordnung jedesmal wechselt. Dem Muster an Zahl gleich ist im oberen Bild rechts oben die Vierer-, im unteren links oben die Sechsergruppe



Schiemanns auf Fünf handelnde Dohle (s. S. 77) kommt in Pfeilrichtung zur Schälchenreihe, ist nach Abheben der ersten drei Deckel $1 + 2 + 1 = 4$ Köder und geht ab, kommt aber gleich wieder zurück, nickt den offenen ersten drei Näpfen jeweils so oft zu, wie sie das erstemal zugespickt hatte (P), und handelt zu Ende auf Fünf. Die folgenden Deckel bleiben unberührt.

wesenheit des Beobachters, die es gestatteten, das sicher von ihm unbeeinflusste Ergebnis nachträglich abzulesen. Hier bestätigte sich bei sieben weiteren Tierarten, daß beide Vermögen die gleiche obere Grenze hatten: Tauben »sahen« und »handelten« bis zur Fünf, Wellensittiche und Dohlen bis zur Sechs, der Kolkkrabe, die Gelbstimamazone, die Elster und das Eichhörnchen bis zur Sieben. Die beste der neuerdings von Zeier mit einem ganz anderen Verfahren dressierten Tauben brachte es, allerdings mit Rhythmushilfe, sogar auf Acht, und ebenso weit kam ein Graupapagei bei ständig wechselndem Rhythmus. Sicher ist es kein Zufall, daß auch wir Menschen im unbenannten Zählen nicht mehr leisten als diese Tiere.

Ein Kolkkrabe hatte gelernt, Punktgruppen aus Reißnägeln nach ihrer Anzahl zu unterscheiden. Als er plötzlich statt ihrer lauter ganz verschieden große und völlig unregelmäßig geformte Plastilinfetzen als »Anweiser« auf seinen Musterdeckeln vorfand, löste er seine Aufgabe ebensogut und war sogar sichtlich mehr bei der Sache. Genau denselben Versuch bot ich hundert Studenten im Hörsaal. Sie bekamen nacheinander hundert Lichtbilder von solchen Plastilinfleckchen zu sehen, und zwar nur so kurze Zeit, daß sie diese Flecken nicht abzählen konnten; jedesmal mußten sie aufschreiben, welche der fünf Gruppen im Halbkreis dem Muster in der Mitte an Zahl gleich sei. Einige schafften es bis zur Fünf, andere bis zur Sechs; keiner hat den Kolkkraben übertroffen.

Einen Hinweis, wie dieses sukzessive »Zählen« vor sich gehen mag, verdanken wir einer Dohle. In einer Reihe standen viele einheitlich weiß bedeckte Näpfe, in denen bei jedem Versuch fünf jedesmal anders als zuvor verteilte Köder lagen. Als einmal die Reihenfolge 1, 2, 1, 0, 1 lautete, öffnete die Dohle die ersten drei Deckel und ging ab. Der Beobachter vermerkte: »Falsch, hat nur vier Köder!« Da kam die Dohle — was noch nie geschehen war — durch das noch offene Falltürchen wieder zur Schälchenreihe zurück, nickte dem leeren ersten Napf einmal, dem zweiten zweimal, dem dritten einmal zu, öffnete den vierten Deckel, fand nichts, öffnete dann den fünften, nahm den letzten Köder und ging endgültig ab. Wie ein Kind, das beim Aufsagen steckenbleibt, hat sie noch einmal von vorn angefangen, gleichsam im Anlauf die Klippe überwunden und obendrein durch Nickbewegungen ihr »Zählen« sichtbar gemacht (Abb. S. 78).

Die beiden Vermögen — das Nebeneinander-Sehen und das Nacheinander-Abhandeln — haben offenbar nichts Sinnliches miteinander gemeinsam. Dagegen sind unsere Zahlwörter für alles Zählbare gut; und nur deshalb scheint es uns selbstverständlich, daß sechs Äpfel und sechs Hammerschläge beide Sechs sind. Jedes normale Kind begreift das ohne weiteres; wenn die Mutter fünf Finger hebt, dann versteht es, daß es fünfmal, aber wenn sie nur zwei Finger abspreizt, daß es zweimal zugreifen darf. Es kann sogleich beliebige »gesehene Anzahlen abhandeln«. Wenn umgekehrt die Mutter fragt: »Wieviel Stücke hast du genommen?«, und das Kind zeigt entsprechend viele Finger, so »sieht« die Mutter »abgehandelte Anzahlen«. In dieser allgemeinen Form konnte dies dressurfrei keines unserer Versuchstiere, wohl aber haben sie in passend aufeinanderfolgenden Dressurreihen gelernt, gesehene Anzahlen abzuhandeln und abgehandelte zu sehen.

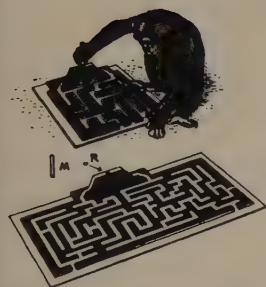
Bei solchen Leistungen können auch verschiedene Sinne beteiligt sein. Wenn ein Graupapagei einen Ton oder einen Zweiklang hörte, lernte er den Napf zu öffnen, auf dem er einen oder zwei Punkte sah; und nachdem er zum Beispiel nach sieben Lichtblitzen so lange Näpfe öffnete, bis er sieben Köder gefunden hatte, stellte er sich, ohne nachlernen zu müssen, sogleich auf Töne um und handelte nach sieben Piffen oder sonstigen Lauten — beide Male ohne Rhythmushilfe — ebenfalls auf Sieben. Jahrzehnte früher hat die russische Forscherin Nadie Kohts ihrem Schimpansen ähnliche Aufgaben gestellt. Aus einem Haufen verschieden geformter flacher Spielsteine nahm sie zum Beispiel eine Kreisscheibe auf die Hand; dann legte er ebensolche Spielsteine hinzu, also zum vorgezeigten Dreieck auch Dreiecke und so fort. Danach tat sie alle in einen Sack, in den er nicht hineinsehen konnte, und zeigte ihm wiederum auf der flachen Hand die Form, die er — blind tastend — allein aus dem Sack herausholen sollte. Das glückte sofort ohne Nachdressur. Solche Befunde (in der Fachsprache »transmodale Transpositionen«) lassen keinen Zweifel daran, daß höhere Tiere unbenannte, teils auch von der Art der Sinneswahrnehmung unabhängige Begriffe bilden.

Zu auf andere Weise erstaunlichen Leistungen haben es Fersters Schimpansen gebracht. Zwei lernten die Zahlen Eins bis Sieben an drei Schaltknöpfen im aus zwei Einheiten bestehenden (binären) Zahlensystem einzustellen, also an einem Versuchsapparat, bei dem 0 hell und 1 dunkel bedeutet. Je nach Befehl wählten sie die Kombinationen 001, 010, 011, 100, 101 und 111 und schrieben in der siebenten Versuchsreihe nach Millionen von Einzelversuchen binär die gesehene Musterzahl. Obwohl sie gesehene Anzahlen von Eins bis Sieben binär fehlerfrei schreiben, »ist das offensichtlich kein Abzählen im arithmetischen Sinn«, schreibt Ferster. »Immerhin sind wir in kleinen Schritten doch endlich so weit gekommen. Unser erstes Ziel ist es, bei den Tieren den abstrakten Prozeß des Aufsteigens durch die Reihe der Ganzzahlen zu erzwingen, wie wenn ein Kind ohne Bezug auf irgendwelche Gebiete Eins bis Zehn aufsagt. Wenn einmal diese Kette verbalen Verhaltens bei den Schimpansen synthetisiert sein wird, sollten sie imstande sein, fehlerfrei jede Anzahl Objekte abzuzählen bis zur oberen Grenze des von ihnen erlernten Vermögens.« Nun, das eben bleibt abzuwarten.

Man hat sogar mehrfach versucht, Schimpansen menschliche Worte beizubringen. Die Ergebnisse waren allerdings sehr kümmerlich; die Fähigkeit zur Lautnachahmung ist ihnen nicht gegeben. Um so ausdrucksvoller sind ihre Gebärden, die ja bei allen Herrentieren und auch noch bei uns Menschen — ohne daß wir uns dessen immer bewußt sind — eine wesentliche Rolle spielen. So ist das amerikanische Ehepaar Gardner darauf verfallen, ihre Schimpansin Washoe die amerikanische Taubstummensprache zu lehren. Der Erfolg war verblüffend: Im Jahre 1969 »sprach« und verstand Washoe dreißig Worte, hatte ihre richtige Freude daran sich mitzuteilen und konnte in ihrer Zeichensprache sogar spontan sinnvolle Dreiwortsätze bilden.

Unser Kleinkind lernt sprechen, indem es hört, wie die Erwachsenen Dinge und Personen, die es unbenannt schon kennt, mit immer demselben Wort benennen. Es versucht dann, die Worte selbst nachzubilden. Beim ersten Sprecherwerb geht der unbenannte Begriff jedem Wort voraus, erst wenn das

Kind spricht, kann es auch den Sinn von Worten erfragen, die ihm noch unbekannt sind. Erich von Holst, F. A. Beach und viele andere Forscher, vor allem auch nordamerikanische Arbeitskreise — Gilbert und Sutherlands Sammelberichte — gaben uns kürzlich wertvolle Synthesen von Verhalten und Hirnphysiologie. Nervenverhaltensforschung (Neuroethologie) ist heute ein eigenes blühendes Forschungsgebiet. Hier genüge als Beispiel Konermanns Hausgans, die dank ihrer völligen Sehnervenkreuzung gelernt hatte, vom gleichen Musterpaar mit dem linken Auge das Quadrat, mit dem rechten den Kreis zu wählen. Mit Recht fragt Bernhard Rensch: Wäre wohl ein Säugetier solch »schizophrenen« Verhaltens fähig?



Labyrinth aus Döhl's fünfter (oben) und zwölfter (unten) Versuchsreihe. M Magnet, R Eisenring.

Ein besonders einleuchtendes Beispiel einsichtigen Vorausplanens lieferte die fünfjährige Schimpansin Julia, die ein Schüler von Bernhard Rensch, J. Döhl, in rund 2200 Versuchen, die sich in zwölf Stufen erschwerten, dahin brachte, nach hinreichend langem Betrachten eines Labyrinths den Belohnung verheißenden Eisenring mit einem Magneten zum einzigen vom Startpunkt aus erreichbaren Ausgang zu führen. In A liegt der Ring am Startpunkt unter dem Magneten in Julias Hand; die linke Bahn endet blind, nach rechts muß Julia zum freien Ausgang hin auf ihren linken Daumen zielen. Von Versuch zu Versuch wird die Aufgabe immer schwieriger. Jedes Labyrinth bietet Döhl der Schimpansin nur ein einziges Mal. Bald greifen die richtige und die falsche Bahn ineinander, werden immer verwickelter und zum Beispiel zu Mäandern, die Zahl der von beiden Bahnen abgehenden Sackgassen steigt, und statt eines Ausgangs gibt es am Ende deren vier oder gar fünf. In B muß der Ring links hinab über elf Entscheidungspunkte und um dreiunddreißig Ecken zum Ausgang ganz rechts vorn gezogen werden. Sechs Studenten, denen man zehn der letzten hundert Labyrinth vorlegte, die Julia geboten wurden, erleichterten sich die Aufgabe, indem sie die Bahnen von den Ausgängen rückwärts überblickten, bis sie den einzigen vom Start aus zugänglichen Weg gefunden hatten — ganz wie man es auch Julia von ihren Augen ablesen konnte. Bis zum ersten Wahlschritt oben am Start, der über den Enderfolg entschied, brauchten die Studenten manchmal sogar mehr Zeit als die geübte Äffin und gingen dann auf dem richtigen Weg etwa ebenso selten in Sackgassen wie sie.

Was ist das alles zum Beispiel gegen das Heimfinden des Lachses, der Seeschildkröten, der Küstenseeschwalben und Robben über viele Tausende von Kilometern zu ihren Aufenthaltsorten! Jedes Geschöpf vermag auch ohne Lehrmeister sich selbst und seine Art zu erhalten, indem Bau, Leistung und Verhalten in selbstverständlicher Harmonie zusammenklingen; und das ist auf allen Stufen des zoologischen Systems, in allen Nischen der Lebensräume das gleiche unerschöpfliche Wunder. Gewiß — viel mehr Arten als die heute lebenden sind ausgestorben; aber noch keine hat durch ihr Verhalten auf ihren eigenen Zusammenbruch so zielstrebig hingearbeitet wie der Mensch. Nur wenn wir in letzter Minute Vernunft annehmen und von den Tieren lernen, wie man sich und seine Art erhält, ist die Rettung der Natur und damit auch unsere eigene Rettung denkbar.

Drittes Kapitel

Die wirbellosen Tiere

Auf seiner Weltreise mit dem britischen Forschungsschiff »Beagle« in den Jahren 1831 bis 1836 sammelte Charles Darwin schon als junger Mann jene grundlegenden Erkenntnisse, die ihn zum Begründer der modernen, in den wesentlichen Zügen heute noch gültigen Abstammungslehre machen sollten. Diese Erkenntnisse faßte Darwin in seinem 1859 erschienenen Buch »Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl« zusammen und belegte sie durch zahlreiche Beispiele, die auf seinen in der Zwischenzeit erfolgten Forschungen beruhten. Heute ist die Erkenntnis von der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Lebewesen für jeden Biologen zur Selbstverständlichkeit geworden. Dennoch sind die Meinungen über den Großablauf der Evolution der Tiere nach wie vor geteilt.

Im wesentlichen stehen einander zwei Theorien gegenüber: die Gastraea-Theorie von Ernst Haeckel, die nach dem Becherkeim-Stadium (Gastraea) der Entwicklung benannt wurde, und die Ciliaten- oder Planula-Theorie der Forscher Steinböck, Hadzi und Hyman (Planula ist die für Hohltiere kennzeichnende Larve).

Ernst Haeckel ging 1866 von der Feststellung aus, daß »die Reihe von Entwicklungsformen, die ein Individuum während seiner Entwicklung von der Eizelle an bis zu seinem ausgebildeten Zustand durchläuft, eine kurze, gedrängte Wiederholung der langen Formenreihe ist, welche die Vorfahren desselben Organismus oder die Stammformen seiner Art von den ältesten Zeiten an bis auf die Gegenwart durchlaufen haben« (Biogenetische Grundregel). In diesem Sinne entstand schließlich im Jahre 1874 Haeckels Gastraea-Theorie. Nach dieser Auffassung sind die Vielzeller aus koloniebildenden Einzellern mit Arbeitsteilung entstanden; demnach wären die Hohltiere (s. S. 176) die ursprünglichsten Vielzeller.

Im Gegensatz zu Haeckels Auffassung haben Hadzi und Steinböck in jüngerer Zeit die Ciliaten-Theorie entwickelt. Danach sollen sich die Vielzeller durch einfache Zellteilungs- und Zellbildungsvorgänge (Zellularisierung) aus vielkernigen Einzellern (Wimpertierchen, Klasse Ciliata; s. S. 122) entwickelt haben, indem sie um die einzelnen Zellkerne herum Zellwände ausbildeten. Nach dieser Theorie wären die ursprünglichsten Vielzeller nicht die Hohltiere, sondern die darmlosen Strudelwürmer (s. 8. Kap.). Auch die Hohltiere seien aus solchen Strudelwürmern entstanden, wie die Planula-Larve zeige. Gegen diese Planula-Theorie sind zahlreiche stichhaltige Einwände

Stammesgeschichte
von E. Thenius

Biogenetische
Grundregel

erhoben worden; sie beruhen besonders auf einer kritischen Bewertung grundlegender Merkmale der Hohltiere und der Strudelwürmer (nachträglich rückgebildete Leibeshöhle). Die Vertreter der Planula-Theorie haben solche Kritik aber nicht anerkannt; sie meinen, daß der Bau der Hohltiere durch ihre festsitzende Lebensweise nachträglich vereinfacht wurde.

Wichtig für uns ist, daß die zur Zeit bei den Zoologen vorherrschende Auffassung kaum von der Ansicht Haeckels abweicht. Freilich können sogenannte »Übergangsformen« zwischen Einzellern und Vielzellern, beispielsweise die bereits vielzellig anmutenden *Volvox*-Kolonien (s. S. 133), lediglich als Modelle für die Entstehung der Vielzeller angesehen werden, aber nicht als deren Vorfahren.

Durch die Erforschung versteinelter Überreste von Lebewesen aus vergangenen Erdzeitaltern (Fossilien) hat die Paläontologie wertvolle Belege für die stammesgeschichtliche Entwicklung vieler Tiergruppen geliefert. Leider kann sie in diesem Fall — was die Entwicklung von Vielzellern aus Einzellern betrifft — nichts aussagen, da diese Entwicklungsstufen fossil nicht überliefert sind. Bekanntlich versteinern fast nur Hartteile; abgesehen davon liegen aus dem Präkambrium (vor weit mehr als 560 Millionen Jahren), in dem die Vielzeller entstanden sein müssen, nur sehr spärliche Fossilfunde vor. Die eigentlichen Belege durch Fossilien beginnen mit dem Kambrium (vor 560 bis 450 Millionen Jahren), aus dem bereits sämtliche Stämme der wirbellosen Tiere fossil bekannt sind. Die Entscheidung, ob die Gastraea- oder die Planula-Theorie zu Recht besteht, kann also niemals mit Hilfe der Paläontologie getroffen werden, sondern nur durch die Zoologie.

Großgliederung der Wirbellosen

Auch über die Frage, in welcher Weise die Großgliederung der Wirbellosen erfolgen muß, und über die damit verknüpften unterschiedlichen Auffassungen läßt uns die Paläontologie im Stich, da die entscheidenden Larvenformen fossil unbekannt sind. Der »klassischen« Zweigliederung in Urmundtiere (Protostomia) und Neumundtiere (Deuterostomia) steht die durch den Berliner Zoologen Werner Ulrich vertretene Dreigliederung in Ur-Leibeshöhlentiere (Ur-Coelomaten), Bauchmarktiere und Rückenmarktiere gegenüber.

Dafür aber beweisen uns Fossilfunde nicht nur das hohe geologische Alter von Einzellern und Vielzellern, sondern auch das Vorkommen von Organisationstypen, die bei heutigen Tieren gänzlich unbekannt sind und eine Zuordnung zu gegenwärtig bekannten Bauplänen nicht gestatten (zum Beispiel *Tribrachidium* und *Parvancorina* aus dem Präkambrium Australiens). Aus dem Kambrium sind Einzeller (Porentierchen und Strahlentierchen; s. S. 112), Schwämme (Kieselschwämme; s. S. 139), Hohltiere (Medusen; s. S. 176), Kranzföhler (Armfüßer; s. Band III), Spritzwürmer (Sipunculiden; s. 11. Kap.), Weichtiere (Mollusken; s. Band III) und Gliederwürmer (Vielborster; s. 12. Kap.) durch Fossilfunde nachgewiesen, ferner Stachelhäuter und unter den Gliedertieren Stummelfüßer, Trilobiten, Chelicerentiere und Krebse. Dies bedeutet, daß uns sämtliche Stämme der Wirbellosen mit Ausnahme der fossil entweder nicht oder nur äußerst selten belegten Mittel-tiere, Plattwürmer, Schnurwürmer und Schlauchwürmer bereits in fossiler Form aus einer Zeit bekannt sind, die in den Beginn des Erdaltertums fällt. Nähere Angaben

über die fossilen Formen und Gruppen der übrigen wirbellosen Tiere finden wir in den einzelnen Kapiteln dieses Bandes und der Bände II und III.

Schon in frühen Zeiten haben Naturforscher versucht, ein System des Tierreichs — und auch des Pflanzenreichs — aufzustellen, um die Formenfülle der Lebewesen zu ordnen und sich in ihr zurechtzufinden. Diese Einordnungen aber, die von Aristoteles (384–322 v. Chr.) und Plinius (23–79 n. Chr.) über Konrad Gesner (1516–1565) bis zum eigentlichen Begründer der Systematik, dem Engländer John Ray (1627–1705), reichten, waren durchweg »künstliche Systeme«, die wenig oder nichts über die natürliche Verwandtschaft der Tiere aussagten. Erst mit dem Beginn der neuzeitlichen Zoologie, in der zweiten Hälfte des 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, hat sich die Wissenschaft bemüht, ein »natürliches System« zu entwerfen — also eine Aufgliederung und Einordnung der Tierarten und Tiergruppen nach ihren Verwandtschaftsbeziehungen. Ermöglicht wurden solche natürlichen Systeme zunächst durch die von Georges Cuvier (1769 bis 1832) begründete Paläontologie, die Wissenschaft von den ausgestorbenen (fossilen) Lebewesen, dann aber vor allem durch die Evolutionslehre, deren Vorkämpfer Jean Baptiste Lamarck (1744–1829), Charles Darwin (1809 bis 1882), Thomas Henry Huxley (1825–1895) und Ernst Haeckel (1834–1919) stammesgeschichtliche Zusammenhänge erkannten und das natürliche System durch Stammbäume (heute besser: Stammbüsche) ergänzten.

Es ist nämlich ganz und gar nicht gleichgültig, ob man beim Zurechtfinden im Formenreichtum der Tierwelt irgendein beliebiges, wenn auch klar und einfach zu handhabendes System verwendet. Die Systematik — also der Zweig der biologischen Wissenschaften, der stammesgeschichtlich bedeutungsvolle Merkmale und Verhaltensweisen an den verschiedenen Tieren feststellt und sie danach einordnet (klassifiziert) — stellt keineswegs bloß eine registermäßige Bestandsaufnahme der Tierwelt dar, wie manche Menschen und sogar mangelhaft unterrichtete »Forscher« heute noch annehmen. Sie ist vielmehr die Grundlage jeder zoologischen Arbeit.

Wie aber stellt man für ein »natürliches System« die Verwandtschaftsverhältnisse fest? Aufgrund der Stammesgeschichte geht es leider nicht, denn die Stammesgeschichtsforschung stützt sich eben auf dieses System. Für sein Gebäude gilt es also andere Bausteine zu beschaffen. Die Paläontologie liefert dem Systematiker nie vollständige Ahnenreihen und von den ausgestorbenen Formen auch meist nur die versteinerten Hartteile. Auf äußere Ähnlichkeiten darf sich die vergleichende Wissenschaft von der Gestalt und dem inneren Bau der Tiere (vergleichende Morphologie) keineswegs verlassen und aus ihnen auf Verwandtschaft schließen, denn auch nichtverwandte Tiere können einander in Anpassung an gleiche Umweltverhältnisse ähnlich werden, so zum Beispiel die Kelchwürmer (s. 9. Kap.) und die Moostierchen (s. Band III, S. 238). Andererseits kann vor allem die Lebensweise als Schmarotzer eine Tiergestalt so abwandeln, daß die letzten Ähnlichkeiten mit den frei lebenden Verwandten schwinden — zum Beispiel bei den Wurzelkrebse unter den Rankenfüßern.

Klarheit schafft hier lediglich ein bis in Einzelheiten gehender Vergleich

System des Tierreichs
von H. Wendt

nicht nur der ausgewachsenen Tiere, sondern auch aller Zustände in ihrer Entwicklung. Sogar viele Schmarotzer sind imstande, etwas über die Verwandtschaftsverhältnisse ihrer Wirte auszusagen; denn ihre Stammesentwicklung war ja ein Abbild der Stammesentwicklung ihrer Wirte. Ein Beispiel hierfür bieten die Flamingo-Federlinge (s. Band II, S. 160) und ihre Wirte, die Flamingos.

Den Gesetzen der Evolution folgen aber nicht nur Merkmale der Form, sondern ebenso auch Merkmale der Verhaltensweisen. Diese noch junge Erkenntnis wird künftig viel zur Erforschung der Verwandtschaftsverhältnisse beitragen. In neuester Zeit meldeten sich ferner auch die Chemiker zu Wort; sie zeigten, daß die Reihenfolge der Aminosäuren in den Ketten der Eiweißmoleküle bei den Arten verschieden und demnach ein Abbild ihrer Verwandtschaft ist. Schließlich läßt sich die heutige Tierwelt nur dann als ein Gewordenes verstehen, wenn man ihre Verteilung über den Erdball sowohl heute als auch in den langen Zeiten der erdgeschichtlichen Vergangenheit kennt. Landmassen und Ozeane haben einst ein völlig anderes Bild als heute geboten. Festländer, die früher einmal einheitlich waren, teilten sich; und in jedem der Teile ging die Entwicklung der Tierwelt ihre eigenen Wege. Andererseits entstanden aber auch Landbrücken, die über kürzere oder längere Zeiträume hinweg einen Austausch solcher getrennten Tierwelten ermöglichten.

Das Gebäude eines »natürlichen Systems«, um dessen Errichtung sich der Systematiker bemüht, besteht somit aus unzähligen Bausteinen. Vielfältig ist die Arbeit derer, die sie schaffen: Gestaltforscher, Paläontologen, Verhaltensforscher, Biochemiker, Tiergeographen, Geologen, Erbforscher und nicht zuletzt Kenner kleiner und kleinster Tiergruppen. Vor allem mit diesen letzten Gruppen befassen sich neben den Forschern von Beruf sehr viele begeisterte Naturfreunde, die dieser Arbeit ihre Freizeit widmen.

Grundlage für das
heutige System der
Tiere

Die Grundlage für die heutigen Systeme der Tiere und der Pflanzen schuf der schwedische Forscher Carl von Linné (1707–1778) in der zehnten Auflage seines Hauptwerkes »Systema naturae« (1758). Hier führte Linné den bis heute geübten Brauch ein, jede Tierart mit zwei der lateinischen oder griechischen Sprache entlehnten oder dem Lateinischen angeglichenen Namen zu bezeichnen: einem Gattungsnamen und einem Artnamen (binäre Nomenklatur). So nannte Linné zum Beispiel den Hasen *Lepus timidus* (lateinisch: *Lepus* = Hase, *timidus* = furchtsam) und das Kaninchen *Lepus cuniculus*; er rechnete also beide Arten zur gleichen Gattung *Lepus*. Später stellte es sich heraus, daß Linné unter seinem Hasen den Nordischen Schneehasen verstanden hatte; er trägt darum heute noch den wissenschaftlichen Namen *Lepus timidus*, während unser Feldhase einen von dem deutschen Naturforscher Peter Simon Pallas (1741–1811) geprägten anderen Artnamen erhielt: *Lepus europaeus*. Das europäische Kaninchen wird seit langem nicht mehr zur Gattung *Lepus* gerechnet, sondern trägt jetzt den wissenschaftlichen Namen *Oryctolagus cuniculus*.

Obwohl sich — wie dieses Beispiel zeigt — die wissenschaftlichen Bezeichnungen seit Linnés Zeiten oft erheblich geändert haben und obwohl auch heute noch unter den Systematikern unterschiedliche Auffassungen über die

Verwandschaftsbeziehungen und damit über die Einordnungen bestimmter Tierarten und Tiergruppen bestehen, hat sich Linnés binäre Nomenklatur als so praktisch erwiesen, daß sie bis heute in aller Welt angewendet wird. Die systematische Zuordnung von Tierformen zu bestimmten Gruppen ist natürlich nur dann zuverlässig, wenn wir Genaueres über die stammesgeschichtliche Entwicklung der betreffenden Gruppe wissen. Da auf diesem Gebiet immer wieder neue und zum Teil umwälzende Erkenntnisse gewonnen werden, ändert sich entsprechend auch die Systematik je nach dem Stand der Wissenschaft.

Lange Zeit hindurch haben die verschiedensten Zoologen die gleichen Tierarten mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Namen bezeichnet. Um die dadurch entstandenen Unklarheiten auszuräumen, gilt in jedem Fall derjenige wissenschaftliche Name, der dem betreffenden Tier zuerst verliehen wurde (Prioritätsregel). Diese Vereinbarung ist in den »Internationalen Regeln für die zoologische Nomenklatur« verbindlich festgelegt worden. In fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen wird gewöhnlich zusammen mit dem wissenschaftlichen Namen auch der Autor, der diesen Namen als erster geprägt hat, und die Jahreszahl dieser Namensgebung genannt; in unserem Werk haben wir dies nicht im schildernden Text, wohl aber in den Systematischen Übersichten am Schluß der einzelnen Bände durchgeführt.

Vielfach werden Tierformen heute nicht nur mit zwei, sondern mit drei lateinischen oder latinisierten Wörtern benannt (trinäre Nomenklatur). So heißt zum Beispiel der Feldhase der Mittelmeergebiete *Lepus europaeus mediterraneus*. Der dritte Name — in diesem Falle *mediterraneus* — kennzeichnet eine Unterart. In den verschiedensten Gegenden ihres Wohngebiets weichen die Angehörigen einer Tierart nämlich in manchen Merkmalen voneinander ab, so daß eine solche zusätzliche Aufgliederung notwendig wurde.

Manchmal hat man die Unterarten als »geographische Rassen« oder einfach nur als »Rassen« bezeichnet. Obwohl einige Zoologen dies noch heute tun, könnten dadurch leicht Verwechslungen mit den vom Menschen gezüchteten Haustierrassen oder mit den Menschenrassen entstehen, die aber keineswegs vom zoologischen Standpunkt aus Unterarten sind.

Unterarten werden also in der Systematik zu einer Art zusammengefaßt, nahe verwandte Arten zu einer Gattung. Aufgrund ihrer Merkmale ordnet man dann die Tiere noch weiter in bestimmte, in ihrem Höhengrad genau festgelegte und gegeneinander abgestufte Verwandschaftsgruppen ein. Verwandte Gattungen schließt man zu Familien zusammen, verwandte Familien zu Ordnungen — und so gehen die Rangverhältnisse weiter über Klassen und Stämme bis hinauf zum Tierreich. Da auch diese Gruppierungen (Kategorien) vielfach noch nicht ausreichen, schieben die Systematiker je nach Bedarf Unter- und Überkategorien ein. So werden Gattungen zu Gattungsgruppen (Tribus) vereinigt, Familien in Unterfamilien aufgeteilt oder zu Überfamilien zusammengefaßt; und das Entsprechende gilt für Begriffe wie Unter- und Überordnungen, Unter- und Überklassen, Unterstämme usw. Obwohl das beste natürliche System nur unvollkommenes Menschenwerk ist, bemüht sich die Systematik mehr und mehr, durch die Einordnung der Tiere

Verwandschafts-
gruppen

in aufs feinste gegeneinander abgestufte Verwandtschaftsgruppen den Verhältnissen in der lebendigen Natur so weit wie möglich gerecht zu werden.

Das Tierreich, dem das Pflanzenreich gleichrangig gegenübersteht, wird in zwei Unterreiche eingeteilt: 1. **EINZELLER** (Protozoa; s. S. 89), 2. **VIELZELLER** (Metazoa; ab S. 138). Bei den Vielzellern hinwiederum unterscheiden wir drei Teilreiche: A. **MITTELTIERE** (Mesozoa; s. S. 138), B. **SCHWAMMTIERE** (Parazoa; s. S. 138), C. **ECHTE VIELZELLER** (Eumetazoa; ab S. 178 und alle folgenden Bände). Das große Teilreich der Echten Vielzeller enthält nicht weniger als zwanzig Stämme, und zwar folgende:

1. **NESSELTIERE** (Cnidaria; s. S. 178), 2. **RIPPENQUALLEN** (Ctenophora; s. S. 258), beide zur Unterabteilung (Subdivision) der **HOHLTIERE** (Coelenterata oder Radiata) zusammengefaßt; 3. **PLATTWÜRMER** (Plathelminthes; s. S. 274), 4. **KELCHWÜRMER** (Kamptozoa oder Entoprocta; s. S. 313), 5. **SCHNURWÜRMER** (Nemertini; s. S. 318), 6. **SCHLAUCHWÜRMER** (Aschelminthes; s. S. 324), 7. **PRIAPSWÜRMER** (Priapulida; s. S. 357), 8. **SPRITZWÜRMER** (Sipunculida; s. S. 358), 9. **IGELWÜRMER** (Echiurida; s. S. 359), 10. **GLIEDERWÜRMER** (Annelida; s. S. 362), 11. **STUMMELFÜSSER** (Onychophora; s. S. 387), 12. **BÄRTIERCHEN** (Tardigrada; s. S. 390), 13. **ZUNGENWÜRMER** (Linguatulida; s. S. 391), 14. **GLIEDERFÜSSER** (Arthropoda; s. S. 397 und Band II, die letzten fünf zur Stammesgruppe der **GLIEDERTIERE** (Articulata; s. S. 361 ff. und Band II) zusammengefaßt, 15. **WEICHTIERE** (Mollusca; s. Band III), 16. **KRANZFÜHLER** (Tentaculata; s. Band III), 17. **PFEILWÜRMER** (Chaetognatha oder Homalopterygia; s. Band III), 18. **STACHELHÄUTER** (Echinodermata; s. Band III), 19. **FÜNFHÖHLER** oder **TIERE MIT FÜNFTETLIGER LEIBESHÖHLE** (Pentacoela; s. Band III), 20. **RÜCKGRAT- oder CHORDATIERE** (Chordata; s. Band III bis XIII). Zu den Rückgrattieren gehören auch als Unterstamm die **WIRBELTIERE** (Vertebrata), die in den Bänden IV bis XIII dieses Werkes behandelt werden.

Die Baupläne der
Tierstämme
von P. Rietschel

Diese zahlreichen Stämme des Tierreichs stehen nicht völlig beziehungslos nebeneinander. Von den Geißelträgern (s. S. 91) laufen zahlreiche Verbindungen zu den Wurzelfüßern (s. S. 103), aber auch zwischen den Kragengeißlern (s. S. 98) und den Schwämmen (s. S. 138) besteht wahrscheinlich Verwandtschaft. Die Plattwürmer, die Schnurwürmer, die Spritzwürmer, die Weichtiere und die Gliedertiere haben ihre Frühentwicklung, die »Spiralfurchung« (s. S. 285), gemein. Mit Recht nimmt man daher an, daß diese »Spiraltiere« untereinander näher verwandt sind als mit den übrigen Tierstämmen. Trotzdem hat jeder Tierstamm den ihm allein eigenen »Bauplan«. Unter ihm versteht man die Baueigentümlichkeiten, die übrigbleiben, wenn man sich alle Merkmale der einzelnen Arten des Stammes hinwegdenkt, die der besonderen Anpassung an ihre jeweiligen Lebensbedingungen dienen. So gehören zum Bauplan des Stammes der Gliederwürmer die Körperringe mit den sich in ihnen wiederholenden Leibeshöhlen und Nervenknoten, nicht aber der Schleimdrüsengürtel; er ist jedoch ein Bestandteil des Bauplanes der Klasse der Gürtelwürmer. Zu diesem Bauplan zählt hingegen nicht der Kopfsaugnapf der Egel; er gehört zum Bauplan der Egel-Ordnung. So werden die Baupläne immer reicher an Merkmalen, je weiter wir im System abwärts steigen.

Die Artenzahl der Tierstämme liegt in sehr weiten Grenzen: Den vier Arten des Stammes der Priapswürmer stehen die über achthunderttausend Arten des Stammes der Gliederfüßer gegenüber. Verständlicherweise ist es somit nicht möglich, die sechsundzwanzig Stämme gleichmäßig auf die dreizehn Bände des »Tierlebens« zu verteilen. Daher entfallen auf den vorliegenden ersten Band allein neunzehn, also reichlich drei Viertel aller Tierstämme. Demnach enthält dieser Band viel mehr Baupläne als die folgenden. Wer über das Tier-»Leben« hinaus auch den Bau der Tiere kennenlernen möchte, findet die Erläuterungen der Baupläne jeweils auf der den entsprechenden Abbildungen gegenüberliegenden Seite.

Doch nicht nur durch die große Zahl der Tierstämme nimmt die in diesem Bande dargestellte Tierwelt eine Sonderstellung ein: Viele dieser Tiere entziehen sich unserer Beobachtung durch ihre Kleinheit. Der Tierfreund möchte aber so viel wie möglich von dem, was er in unserem Werk liest, auch mit eigenen Augen erleben. Das ist hier vielfach nur mit Hilfe eines Mikroskopes möglich. Ein »Schulmikroskop« mit Objektiven von drei-, zehn- und vierzigfacher Eigenvergrößerung und einem Okular mit zehnfacher Eigenvergrößerung genügt den meisten Anforderungen, sofern es gute »Normaloptik« besitzt. Von kleinen Mikroskopen mit Sonderoptik, die für die heranwachsende Jugend angeboten werden, ist abzuraten. Einführendes Schrifttum findet sich am Schluß dieses Bandes. Die Artenfülle, die das Mikroskop noch heute im Bereich unserer Städte erschließt, mag dem Naturfreund für die hier immer mehr schwindende höhere Tierwelt einigen Ersatz bieten.

Doch nicht erst das Mikroskop weitet unseren Blick in die Welt des Kleinen: Das tut schon die zehn- oder zwölfmal vergrößernde Einschlaglupe, die man stets mit sich führen sollte, denn dem Tierleben begegnet man oft gerade dann, wenn man es am wenigsten erwartet. Auf Streifzügen in die freie Natur hinaus ist die Lupe ohnehin unser ständiger Begleiter. Hier ist uns auch das Fernglas unentbehrlich; es bringt uns größere Tiere nahe, ohne daß wir ihren Fluchtabstand unterschreiten müssen. Es gibt heute Gläser mit sechs- oder achtfacher Vergrößerung und mittlerer Lichtstärke, die so klein und leicht sind, daß sie uns auf Beobachtungsgängen nicht belasten. Das schwere Fernglas mit hoher Vergrößerung und Lichtstärke ist eine kostbare Hilfe für gezielte Beobachtungen, doch ruht es leider im entscheidenden Augenblick meist daheim. Leider viel zu wenig bekannt ist der Wert eines Fernglases beim Besuch zoologischer Gärten. Tierliche Verhaltensweisen spielen sich ja nur zum kleinen Teil in dem der Besuchermenge nächstgelegenen Bereich der Freianlagen ab. Da erfüllt uns das Fernglas den Wunsch, auch die uns fernen Tiere wie aus nächster Nähe zu beobachten.

Das Bestreben, beobachtetes Tierleben im Bilde urkundlich festzuhalten, führt zur Tierfotografie. Beobachtungsgabe, Geduld, lichtbildnerische Erfahrung und nicht zuletzt eine nicht eben billige Ausrüstung sind für sie die Voraussetzung.

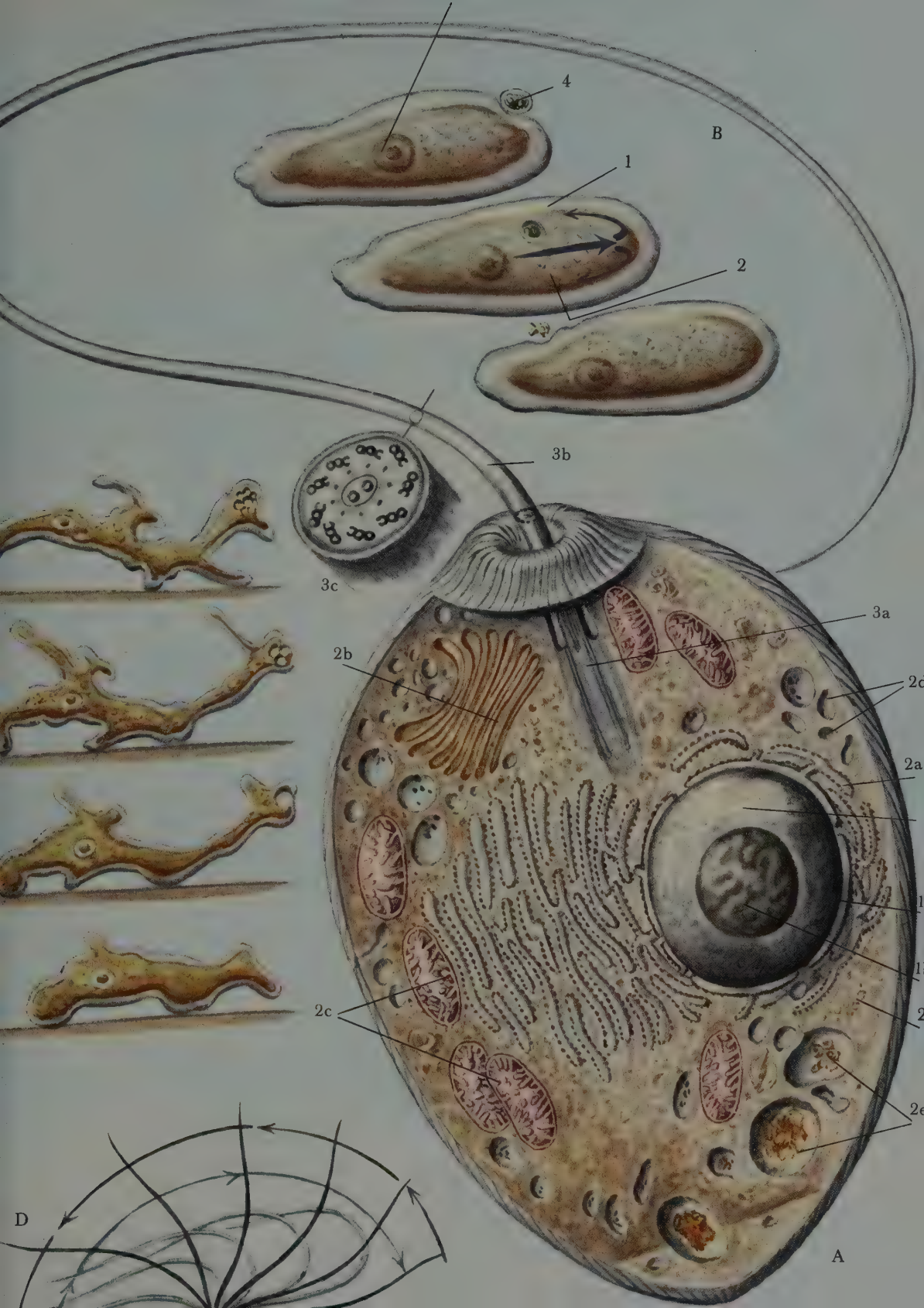
Bauplan und Bewegungsformen von Einzellern.
A Feinbau eines Einzellers (vereinfacht). □ 1 Der Zellkern: 1a die Kernmembran (nur die innere Membran, die äußere zu 2a), 1b das Kernkörperchen. □ 2 Das Zellprotoplasma: 2a das innerplasmatische Netz, 2b der Golgi-Apparat, 2c die Mitochondrien, 2d Sekretbläschen, 2e Nahrungsbläschen. □ 3 Die Geißel: 3a der Geißelgrund, 3b die freie Geißel, 3c ihr Querschnitt mit Mikrotubuli (»9 + 2« - Muster; s. S. 92).

B Bewegung und Nahrungsaufnahme eines Wechseltierchens (s. S. 104).

□ 1 Außenplasma (glasig durchscheinend). □ 2 Innenplasma (körnig). □ 3 Zellkern mit Kernkörperchen. □ 4 Nahrung, oben durch Umfließen aufgenommen, in der Mitte im Nahrungsbläschen, unten unverdaulicher Rest ausgestoßen. Die blauen Pfeile zeigen die Strömungsrichtung des Protoplasmas beim Kriechen an.

C Schreitende Bewegung eines Wechseltierchens (Seitenansicht).

D Schema des Wimper-schlags eines Wimpertierchens (s. S. 122). Schwarz der schnelle Vorschlag, blau die langsame Rück-schwingung.





Viertes Kapitel

Die einzelligen Tiere

Unterreich der Einzeller
von P. Rietschel
und K. Rohde

Das ganze Tierreich, der Mensch eingeschlossen, und das ganze Pflanzenreich entwickelten sich stammesgeschichtlich aus Lebewesen, die aus nur einer einzigen Zelle bestanden. Diese »Einzeller« (Protisten) erhielten sich neben den aus ihnen hervorgegangenen tierlichen und pflanzlichen Vielzellern bis heute, und es darf uns nicht wundern, daß auch sie sich in den zwei bis vier Jahrmilliarden des Lebens auf unserer Erde vervollkommneten. Wenn wir die Grenze zwischen dem Tier- und dem Pflanzenreich anhand der Ernährungsweise (s. S. 26) ziehen, so lassen sich auch unter den Einzellern Tiere, »Protozoen«, und Pflanzen, »Protophyten«, unterscheiden. Freilich verwischt sich die Grenze zwischen den beiden Reichen bei den Geißelträgern (s. S. 91), denn manche von ihnen ernähren sich auf beiderlei Weise. Büßt eine Art hier den ihre pflanzliche Natur kennzeichnenden Farbkörper ein, so wechselt sie vom Pflanzen- in das Tierreich über. Diese Tierwerdung vollzog sich in der Stammesgeschichte des öfteren, und sie tut es sogar noch vor unseren Augen: Gewisse Goldmonaden (*Rhizochrysis*, *Chrysarachnion*), die sich sowohl pflanzlich wie tierlich ernähren können, teilen sich zuweilen so, daß der eine Nachkomme den in der Teilung gehemmten Farbkörper als Ganzes erhält und daher »Pflanze« bleibt, während der andere Nachkomme leer ausgeht und fortan wie alle seine Nachkommen »Tier« ist.

Der Name »Urtiere« oder gleichbedeutend »Protozoa« für die einzelligen Tiere führt irre, denn viele ihrer heute lebenden Vertreter sind nicht weniger hoch organisiert als manche Vielzeller, nur ging ihre Entwicklung seit den Urzeiten in andere Richtung. Die Zellen der Vielzeller wurden die Glieder verschiedener Gewebe und Organe, deren jedes für bestimmte Aufgaben besonders ausgebildet ist. So entwickelten sie sich zu Spezialisten, die wegen der Einseitigkeit ihrer Fähigkeiten auf das Zusammenwirken mit anderen und andersartigen Spezialisten angewiesen sind. Der Einzeller dagegen blieb »Allrounder«, und er hat im Laufe der Zeiten seinen inneren Bau immer vollkommener gestaltet. So erkennt man mit Hilfe des Mikroskopes an und in den Einzellern organartige Bildungen, »Organellen« (Einzahl das Organell oder die Organelle), die dieselben Aufgaben erfüllen wie die aus Zellen und Geweben aufgebauten »Organe« der Vielzeller. Selbst die in ihrer Gestalt so unbeständigen Wurzelfüßer (s. S. 103), deren Protoplastmakörper einem immer wieder als »formloses Schleimklümpchen« vorgestellt wird, müssen in sich sehr viel mehr bergen, als uns das Licht- und selbst das Elektronenmikro-

Geißelträger (Klasse Flagellata, s. S. 91):
Ordnung Euglenoidina
(s. S. 92)
1. *Euglena viridis* (ernährt sich pflanzlich, s. S. 92)
2. *Peranema trichophorum* (ernährt sich tierlich, s. S. 95)
Panzergeißler (Dinoflagellata, s. S. 97)
3. *Ceratium hirundinella* (Seitenansichten 3a und 3b, lebend 3c, vgl. S. 97)
4. *Ornithocercus magnificus*
5. *Peridinium divergens*
6. *Histioneis remora*
7. *Ceratocoris horrida*
8. Meeresleuchttierchen (*Noctiluca miliaris*, s. S. 97)
Vielgeißler (Ordnung Polymastigina, Termiten-Symbionten, s. S. 101)
9. *Calonympha grassii*
10. *Joenia annectens*

skop verraten. Wie könnten sie sonst so regelmäßige und doch so unendlich vielfältige Gehäuse und Skelette (Abb. S. 93 und 94) hervorbringen!

Die Zelle der Einzeller führt dieselben Organellen wie die Zelle der Vielzeller, darüber hinaus besitzt sie auch solche, die den Vielzellern fehlen. So kann ein der Nahrungsaufnahme dienender »Zellmund« in ihr Inneres führen. Er kann ein ständiges Gebilde sein oder aber jeweils bei Bedarf entstehen und wieder schwinden. Eine Zellhülle mit mannigfaltigen Bildungen verleiht den Einzellern Eigengestalt in weit höherem Grade, als es der oft enge Verband den Zellen der Vielzellergewebe erlaubt. Während diese nur einzelne Geißeln oder einen gleichmäßigen Wimperbesatz auf einem kleinen Bezirk tragen können, steht den Einzellern hierfür die ganze Oberfläche ihres Körpers zur Verfügung, und Geißeln und Wimpern zeigen in Anordnung und Ausbildung eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit. Gegenüber den Gewebezellen der Vielzeller befinden sich aber die Einzeller des Süßwassers in einer besonderen Lage: Während jene von einer Gewebeflüssigkeit umspült werden, die in ihrem Gehalt an Salzen und anderen Stoffen etwa dem eigenen Zellsaft entspricht, befinden sich diese in einem an gelösten Stoffen viel ärmeren, »hypotonischen« Wasser. Sie nehmen daher ständig Wasser mit ihrer Oberfläche auf, und sie müßten quellen und schließlich platzen, wenn sie nicht die Möglichkeit hätten, es wieder auszuschcheiden. Unter Energieaufwand sammeln sie das Wasser in ihrem Körper in Form eines oder einiger Bläschen, die nach Erreichen einer bestimmten Größe an der Körperoberfläche entleert werden. Es sind dies die bei den Einzellern des Süßwassers weitverbreiteten »pulsenden Bläschen« oder »kontraktilen Vakuolen«. Sie mögen auch Abfälle des Stoffwechsels ausscheiden, doch ist das sicher nicht ihre Hauptaufgabe, denn viele in Körperflüssigkeiten schmarotzende und im Meer lebende Einzeller, die ebenfalls Stoffwechselabfälle, jedoch kein Wasser ausscheiden müssen, kommen ohne sie aus.

Auch das »Verhalten« (s. S. 57) vieler Einzeller ist weit höher entwickelt als das einer Vielzeller-Zelle. So schwimmt der Geißelträger *Euglena* je nach den Außenbedingungen zum Licht hin oder aber von ihm weg. Das Pantoffeltierchen und viele andere Wimpertierchen beantworten mechanische, chemische sowie Wärme- und Schwerkraftreize. Ein Lernvermögen aber ließ sich bei Einzellern in zahlreichen Versuchen nicht mit Sicherheit nachweisen, obwohl neuere Untersuchungen ein Lernvermögen bei Wimpertieren wahrscheinlich gemacht haben.

Wie erfolgreich der von den Einzellern eingeschlagene Weg durch die Erdgeschichte war und noch in der Jetztzeit ist, zeigt die Rolle, die sie im Haushalt der Natur spielten und noch spielen. Man kennt etwa fünfundvierzigtausend Arten, davon zwanzigtausend fossile, das heißt ausgestorbene, nur als Skelett erhaltene Arten. Jedoch werden in jedem Jahr viele neue Arten beschrieben, so daß mit einer beträchtlichen Erhöhung der Gesamtartenzahl gerechnet werden muß. Von den etwa fünfundzwanzigtausend bekannten lebenden Arten sind siebentausend (nach anderen Autoren weniger als viertausend) Schmarotzer, die zum Teil sehr gefährliche Krankheiten des Menschen und der Tiere verursachen. Im Meer- und Süßwasser stellen die in großen Mengen vorkommenden Einzeller eine wichtige Nahrungsquelle höhe-

Organellen

Artenreichtum

rer Tiere dar, und trotz ihrer geringen Größe sind viele Einzeller maßgeblich am Aufbau von Gesteinsschichten beteiligt. Auch im Erdboden sind sie teilweise in ungeheuren Massen vorhanden. In einem Gramm Erde wurden hunderttausend Geißelträger, fünfzigtausend Amöben und tausend Wimpertieren gezählt. Selbst unter außerordentlichen Bedingungen können sie gedeihen; so sind Schnee und Gletschereis manchmal von einer roten Schicht, dem Blut- oder roten Gletscherschnee, bedeckt, der aus roten Geißelorganismen besteht. Viele Arten der Einzeller sind weltweit verbreitet, bei anderen ist die Verbreitung begrenzt, zum Beispiel als Folge der Abhängigkeit von einem warmen Klima, wie bei Radiolarien und Foraminiferen, oder wegen des Fehlens von Wirten, wie bei zahlreichen Schmarotzern.

Klasse Geißelträger

Die Klasse der GEISSELTRÄGER ODER FLAGELLATEN (vom lateinischen *flagellum* = die Geißel) umfaßt die verschiedensten Formen. Ihr kennzeichnendes Merkmal ist der Besitz einer oder mehrerer Geißeln während einer längeren Entwicklungsphase. Die Geißelträger werden als die ursprünglichsten Einzeller angesehen. Dafür spricht, daß zu ihnen im Gegensatz zu den anderen Protozoengruppen pflanzliche und tierliche Lebewesen gehören. Die Existenz von Tieren setzt aber die von Pflanzen schon voraus; Pflanzen sind ursprünglicher als Tiere. Dies wird verständlich, wenn wir uns den Unterschied zwischen pflanzlicher und tierlicher Lebensweise klarmachen. Pflanzen sind Lebewesen, die organische Stoffe aus anorganischen mit Hilfe des Sonnenlichtes aufbauen, die also zur Photosynthese befähigt sind (vom griechischen *φῶς* = Licht und *σύνθεσις* = Zusammensetzung). Zwar gibt es Bakterien, die nicht das Sonnenlicht als Energiequelle für den Aufbau organischer Verbindungen benutzen, sondern die bei chemischen Reaktionen entstehende Energie hierfür verwerten (Chemosynthese), doch spielen sie eine weniger bedeutende Rolle im Haushalt der Natur. Zur Photosynthese bedürfen die Pflanzen eines Farbstoffs, zum Beispiel des grünen Blattfarbstoffs, des Chlorophylls (vom griechischen *χλωρός* = grüngelb). Den Tieren fehlen die zur Photosynthese notwendigen Farbstoffe, und sie beziehen die zu ihrer Ernährung notwendigen organischen Stoffe von anderen Lebewesen, letzten Endes von Pflanzen. Pflanzen müssen sich also im Laufe der Stammesgeschichte vor den Tieren entwickelt haben, oder — auf die Einzeller angewandt — die pflanzlichen Geißelträger müssen vor den tierlichen Einzelern dagewesen sein.

Es ist wahrscheinlich, daß alle anderen Lebewesen von Geißelträgern, freilich nicht den heute lebenden, abstammen. Für diese Annahme spricht, daß die Pflanzen und Tiere, einschließlich der einzelligen, mit wenigen Ausnahmen während bestimmter Entwicklungsphasen Geißeln besitzen. Man denke nur an die Samenfäden des Menschen. Selbst die Amöben, die wegen ihres einfachen Baues vielleicht für die primitivsten Einzeller gehalten werden könnten, haben manchmal Geißeln. Nur die meisten Samenpflanzen haben im Laufe der Stammesgeschichte begeißelte Stadien verloren. Bei Rundwürmern (Nematoda), die lange Zeit für geißellos gehalten wurden, fand man vor kurzem Geißeln. Wichtig ist, daß die Geißeln im gesamten Tier- und Pflanzenreich, von sehr wenigen Ausnahmen abgesehen, im Elektronenmi-

kroskop den gleichen Bau erkennen lassen. In einem Querschnitt einer Geißel sieht man in der Mitte immer ein Paar und am Rande immer neun Paare winziger Röhren. Es handelt sich also wahrscheinlich um ein Merkmal, das einmal in der Stammesgeschichte in seiner charakteristischen Form entstanden ist und von allen höheren Formen übernommen wurde.

Beginnen wir nun unsere nähere Betrachtung der Geißelträger ein wenig außer der systematischen Reihenfolge mit der Ordnung der EUGLENOIDINEN (Euglenoidina), da uns Arten der Gattung *Euglena* allenthalben in Wasserlachen in so großer Anzahl begegnen, daß diese von ihnen grün sind. Die Geißelträger dieser Ordnung ernähren sich, je nach Art und Umweltbedingungen, pflanzlich, tierlich oder sowohl pflanzlich wie auch tierlich. Arten verwandter Gattungen nehmen ausschließlich organische Stoffe auf. Für die pflanzliche und tierliche Ernährungsweise ist *Euglena viridis* (Abb. S. 88), eine grüne Art, ein Beispiel (vom lateinischen *viridis* = grün). Hält man sie im Dunkeln, so daß Photosynthese mit Hilfe des Sonnenlichts nicht möglich ist, so kann sie auch von im Wasser gelösten organischen Stoffen leben. Die Art *Euglena gracilis* verliert sogar ihren Farbstoff und ernährt sich tierlich, wenn sie bei Licht in einer Nährlösung gehalten wird, die reich an organischen Stoffen ist. Ist eine geringere Menge solcher Stoffe vorhanden, so wird sie erst in der Dunkelheit farblos, und fehlen sie ganz, so bleibt sie auch im Dunkeln grün.

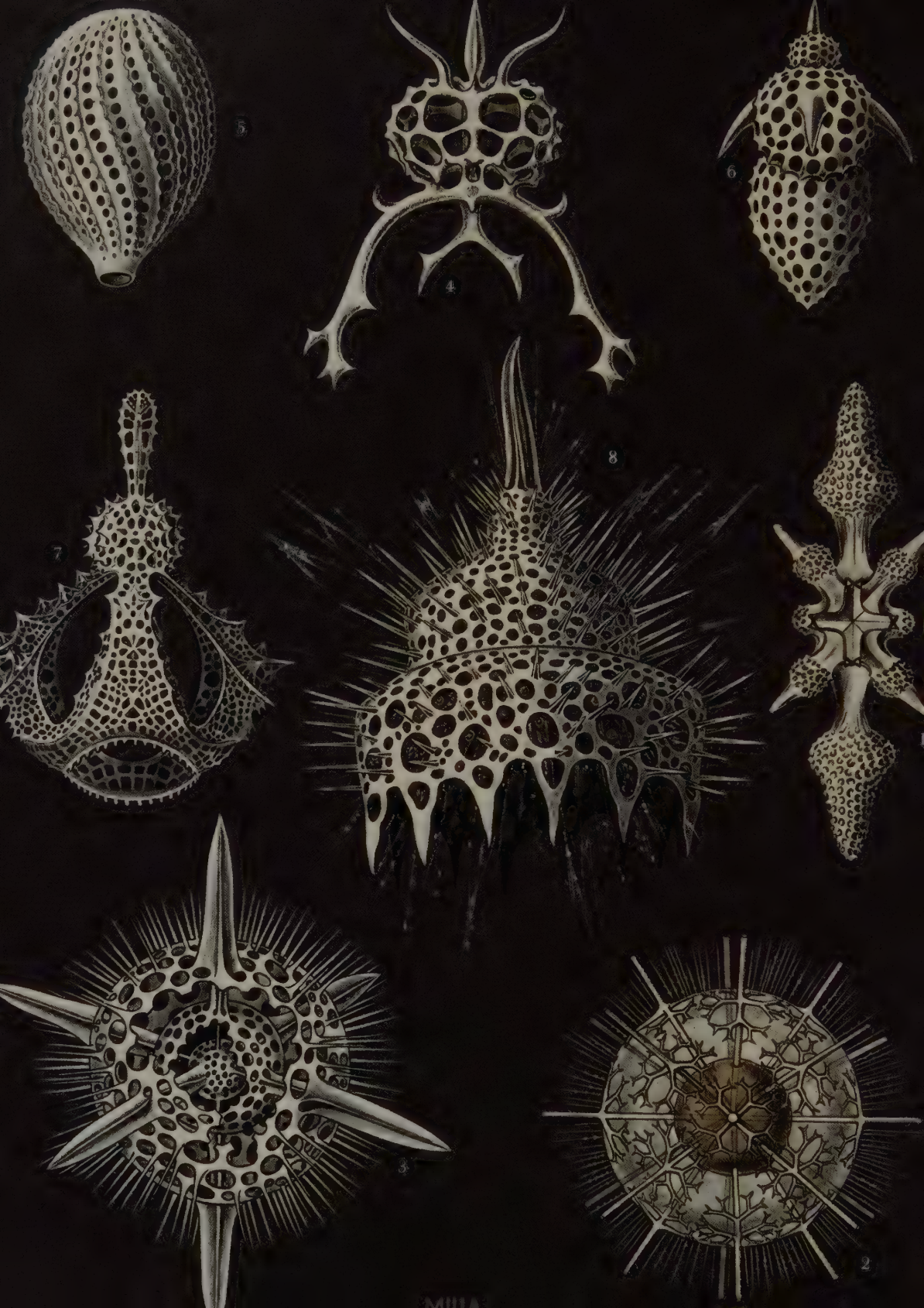
Euglena hat einen spindelförmigen Bau mit einer am Vorderende liegenden Geißel, die am Grunde eines Geißelsäckchens entspringt. Der Zellkern liegt nahe dem zugespitzten Hinterende, und im Zelleib befinden sich grüne, den Photosynthese-Farbstoff enthaltende Körper, die sogenannten Plastiden. Das Erzeugnis der Photosynthese wird in Form von stärkeähnlichen Körnern im Zellplasma gespeichert. Der Wand des Geißelsäckchens liegt ein roter Augenfleck an, der eine Rolle bei der Reaktion auf Licht spielt. Er ist aber nicht selbst lichtempfindlich, sondern fängt aus bestimmten Richtungen kommende Lichtstrahlen ab und ermöglicht somit eine gerichtete Antwort auf Lichtreize. Der eigentlich lichtempfindliche Teil der Zelle ist eine Verdickung der Geißel im Geißelsäckchen. In der Nähe des Augenflecks liegt ein pulsendes Bläschen (pulsierende Vakuole), das sich mit Flüssigkeit anfüllt und nach außen in das Geißelsäckchen entleert. Um dieses herum sind einige kleinere Bläschen angeordnet, die nach Verschwinden des großen zu einem neuen zusammenfließen. Die Aufgabe dieser Organellen ist in erster Linie, überschüssiges Wasser aus dem Zellkörper zu entfernen. Dies geht daraus hervor, daß Meeresbewohner, die ja in einer Umgebung mit viel höherem Salzgehalt als im Süßwasser leben, also weniger Flüssigkeit aufnehmen, meist keine pulsierende Vakuole besitzen. Bei Formen, die man aus Süßwasser in Salzwasser überträgt, verlangsamt sich aus dem gleichen Grund oft die Häufigkeit der rhythmischen Entleerungen. — Die Oberfläche von *Euglena* wird von einer ziemlich festen, aber elastischen Hülle gebildet.

Da *Euglena* sehr häufig ist, ist sie ein günstiges Untersuchungsobjekt. Steht ein Mikroskop zur Verfügung, so kann man bei nicht einmal starker Vergrößerung bereits den Bau und die Bewegungen der Geißelträger in einem Tropfen Teichwasser leicht verfolgen. Zur Beobachtung der Bewegungen

Ordnung Euglenoidinen

- Lochträger (Ordnung Foraminifera, nach E. Haeckel, s. S. 110):
1. *Lagena interrupta* (in Auf- und Seitensicht)
 2. *Miliola striolata*
 3. *Miliola reticulata*
 4. *Lagena spiralis*
 5. *Peneroplis planata*
 6. *Nummulites orbiculatus* (Durchmesser 2,5 mm)
 7. *Bulimina inflata*
 8. *Nodosaria spinicosta* (in Auf- und Seitenansicht)
 9. *Bolivina alata*
 10. *Fronicularia alata*
 11. *Globigerina hulloides* (vgl. S. 110)
 12. *Polystomella aculeata* (in Auf- und Seitenansicht)
- 1 mit Protoplastmakörper, von allen übrigen die Gehäuse.





Strahlentierchen (Ordnung Radiolaria, nach E.

Haeckel, s. S. 112):

Stachelstrahlige (Unterordnung Acantharia):

1. *Acantholonia flavosa*

2. *Stauracantha quadricornis* (Zentralkapsel braun)

Schaumstrahlige (Unterordnung Spumellaria):

3. *Hexactinella asteracantha* (die beiden äußeren Kugelschalen aufgebrochen, die dritte freigelegt)

Korbstrahlige (Unterordnung Nassellaria):

4. *Triceraspyris gazella*

5. *Cyrtophormia spiralis*

6. *Pterocorys rhinoceros*

7. *Clathrocanium reginae*

8. *Calocyclas monumentum*

2 und 8 mit Protoplasma-körper, die übrigen als Skelette.

empfiehlt sich allerdings, etwas Gelatine- oder Papierkleister-(Methylcellulose-)Lösung dazugeben oder den Objektträger durch ein Eisstück abzukühlen. Hierdurch wird die Bewegungsgeschwindigkeit der kleinen Einzeller herabgesetzt. Unter günstigen Bedingungen sieht man dann, wie die Euglenen durch schnelle wellenförmige Bewegungen der Geißel nach vorn gezogen werden, wobei der Zellkörper sich um seine Längsachse dreht. Da die Oberflächenhülle elastisch ist, sieht man auch gelegentlich Formveränderungen. Auch Teilungsstadien, bei denen sich ein Mutterorganismus durch Längsteilung in zwei Tochterorganismen spaltet, lassen sich beobachten. Unter ungünstigen Bedingungen, wenn zum Beispiel der Wassertropfen auszutrocknen beginnt, kapseln sich die Euglenen ab und können in dieser Kapsel (Zyste) lange bei widrigen Umständen überleben. Bei manchen Arten findet auch die Vermehrung in Zysten statt.

Man kann ein einfaches Experiment auch ohne Benutzung eines Mikroskops machen. Befinden sich in einem Gefäß zahlreiche grüne Euglenen — was sich durch eine Grünfärbung des Wassers zu erkennen gibt — und beleuchtet man das Gefäß von einer Seite her, so kann man feststellen, daß die Geißelträger sich nach einiger Zeit an der Lichtseite angesammelt haben. Sie antworten also gerichtet auf Licht. Es handelt sich um eine positive Reaktion, da sie zur Lichtquelle hinschwimmen. Unter bestimmten Bedingungen, etwa bei zu hoher Lichtstärke, reagieren sie aber auch negativ, schwimmen also von der Lichtquelle weg. Die positive Reaktion kommt anders zustande als die negative. Trifft das Licht bei der positiven Reaktion seitlich auf eine *Euglena*, so wird der lichtempfindliche Teil der Geißel rhythmisch beschattet, da die *Euglena* sich bei der Vorwärtsbewegung um ihre Längsachse dreht. Der das Licht auffangende Augenfleck gerät dadurch von Zeit zu Zeit zwischen Lichtquelle und den lichtempfindlichen Geißelabschnitt. Bei jeder Verdunkelung schwimmt die *Euglena* mehr zum Licht hin, bis keine rhythmischen Beschattungen mehr erfolgen, bis also eine zum Licht hin gerichtete Schwimmbahn erreicht ist. Bei der negativen Reaktion weichen die Euglenen dagegen durch Rückwärtsschwimmen vor dem zu starken Licht zurück.

Oft gemeinsam mit *Euglena* wird die wegen ihrer eigentümlich unsymmetrischen Form sofort auffallende Gattung *Phacus* angetroffen. Sie ist ebenfalls grün, und ihr stark abgeplatteter Körper ist am Hinterende in einen mehr oder weniger langen Fortsatz ausgezogen. Neben dem Geißelgrund liegt ein Augenfleck, und die Zelloberfläche besitzt eine deutliche Streifung. Als farbloser, sich tierlich ernährender Verwandter der *Euglena* sei hier noch *Peranema trichophorum* (Abb. S. 88) genannt, dem man unter dem Mikroskop bei der Durchsicht des Kleinlebens in Aufgüssen und anderem bakterienhaltigen Wasser häufig begegnet. Die nach vorn gerichtete Geißel bewegt sich nur in ihrem vordersten Abschnitt, während ihr Hauptteil gerade nach vorn gerichtet ist. Dank ihrer Dicke ist sie schon bei mittleren Vergrößerungen sichtbar. Das Säckchen, dem die Geißel entspringt, dient als Zellschlund zur Einverleibung von Bakterien.

Ordnung
Phytomonaden

Die auf die Euglenoiden folgende Ordnung der PHYTOMONADINEN (Phytomonadina) enthält, wie ihr Name (die »Pflanzenmonaden«) besagt, vorwiegend grüne Arten mit pflanzlicher Ernährungsweise. Doch gerade unter

ihnen begegnen uns Einzeller, die den Weg zur Vielzelligkeit weisen und dadurch die Aufmerksamkeit nicht nur der Botaniker, sondern nicht minder der Zoologen auf sich ziehen. Untersucht man einen Tropfen Teichwasser unter dem Mikroskop, so fallen häufig sich drehende Kugeln auf, die aus zahlreichen, durch Zwischenräume getrennten grünen Lebewesen gebildet werden. Es handelt sich hierbei um Kolonien aus grünen Geißelträgern, die sich nach der Teilung nicht getrennt haben, sondern eingelagert in eine gallertige Masse zusammengeblieben sind. Derartige Koloniebildungen sind bei Einzellern sehr häufig. Es gibt Arten, bei denen die Einzelwesen nur durch Stiele, Gallerte, Hüllen, also nichtlebende Bestandteile, verbunden sind und jedes Einzelwesen getrennt auf Außenreize reagiert, und andere, bei denen die Einzelwesen bereits eine Arbeitsteilung besitzen und die Kolonie als einheitliches Ganzes handelt. Manche Forscher unterscheiden den weniger eng verbundenen ersten Typ als Kolonie von dem zweiten Typ als »Kolonial-individuum«, doch finden sich alle Übergänge zwischen beiden.

So sind zahlreiche Arten Einzelzellen, andere einfache, aus wenigen gleichartigen Zellen bestehende Kolonien und andere schließlich einheitlich reagierende Kugeln mit Vorder- und Hinterende, die aus Körperzellen (somatischen Zellen, vom griechischen *σῶμα* = Körper) und Fortpflanzungszellen (generativen Zellen, vom lateinischen *generatio* = Zeugung) bestehen und als Ganzes handeln.

Wenden wir uns nun den einfachsten Geißelträgern zu, die in der Ordnung der GOLDMONADEN (Chrysomonadina) zusammengefaßt werden. Sie besitzen gelbe bis braune Farbkörper und nur ein oder zwei Geißeln, durch die sie sich als Geißelträger ausweisen. Ihre Körpergestalt kann aber noch sehr wechselnd sein, manche Arten bilden Scheinfüßchen wie die Amöben und können mit ihrer Hilfe Nahrungsteilchen umfließen und in sich aufnehmen. Mit dieser tierlichen Ernährungsweise neben der pflanzlichen stehen sie an der Grenze zwischen Pflanzen- und Tierreich (s. S. 89). Verlieren diese Formen ihre Farbkörper, so sind sie ganz zum Tierreich zu rechnen. Schließlich können sie ihre Geißel zeitweise oder auf die Dauer rückbilden; solange sie noch ihre gelben bis braunen Farbkörper besitzen, sind sie auch ohne die Geißel als pflanzliche Goldmonaden zu erkennen, gehen aber auch diese verloren, so haben wir einen tierlichen Wurzelfüßer vor uns.

Angehörige dieser altherwürdigen Stammordnung begegnen uns häufig: Manche stillen Waldtümpel sind von einer braunen, staubähnlichen Schicht bedeckt, die unter einem bestimmten Lichteinfall den Wasserspiegel wie vergoldet erscheinen läßt. Diese Erscheinung rührt von unzähligen Goldmonaden (*Chromulina rosanoffii*) her. Im Geschwebe nährstoffreicher Gewässer sieht man unter dem Mikroskop häufig die Kolonien von *Dinobryon sertularia* (Klapptafel, Abb. 1), deren Kelche verzweigte Äste bilden. Auch sie gehören dieser Ordnung an, ebenso die kleinsten und zugleich die zahlreichsten Geißelträger des Meeres, die COCCOLITHOPHORIDEN. Ihre Hülle trägt mannigfaltig mit Schwebefortsätzen versehene Kalkplättchen, die »Coccolithen«. Lange entgingen sie den Meeresforschern dadurch, daß ihre Kleinheit sie durch die Maschen selbst der feinsten Geschwebenetze entweichen ließ. Erst um die Jahrhundertwende entdeckte sie H. Lohmann in den aller-

Ordnung
Goldmonaden

Kalkplättchen mit
Schwebefortsätzen

feinsten Geschwebenetzen: den natürlichen Fanggehäusen der geschwänzten Manteltiere (Appendicularia; Band III, S. 452/453).

Die winzigen Skelette der Cocolithophoriden, die Cocolithen, haben neuerdings die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gelenkt. Erwiesen sich schon die kleinen Schalen der Muschelkrebse und die etwa ebenso kleinen Gehäuse der Foraminiferen als geeignete Leitfossilien für die zeitliche Eingliederung vorzeitlicher Meeresablagerungen (s. S. 110), so bewähren sich hierfür die Cocolithen vielfach in noch höherem Maße.

Andere ebenfalls winzig kleine Geißelträger des Meeres mit einem Skelett aus hohlen Kieselstäbchen sind die oft ebenfalls dieser Ordnung zugerechneten SILICOFLAGELLATEN.

Ordnung Cryptomonadinen

Die artenärmere Ordnung der CRYPTOMONADINEN (Cryptomonadina) vereinigt zweigeißelige Protisten mit stärkerer Zellhaut und daher beständigerer Körperform. Die Farbkörper können gelb bis braun, rotbraun bis rot oder blau bis grün sein; *Chilomonas paramecium*, in faulenden Aufgüssen häufig, ist farblos und nimmt durch seinen engen Schlund Bakterien auf. Gelbe Arten im Meer stellen einen Teil der mit Radiolarien und Foraminiferen in Symbiose zusammenlebenden »Zooxanthellen«, doch sind an ihr auch Panzerflagellaten beteiligt.

Ordnung Panzergeißler

Eine eigentümliche und im Gewebe des Süßwassers wie des Meeres weitverbreitete Gruppe der Geißelträger ist die Ordnung der PANZERGEISSLER (Dinoflagellata). Meist tragen sie zwei Geißeln, die nahe beieinander an einer Körperseite entspringen. Eine längsgerichtete Geißel ist als Schubgeißel nach hinten gerichtet, eine querverlaufende verläuft ringförmig um den Körper. Beide Geißeln liegen oft in einer Quer- und Längsfurche. Die Tätigkeit beider Geißeln führt zu einer eigenartig kreiselnden Vorwärtsbewegung. Die Körperoberfläche wird bei den meisten Arten von einer starren Hülle gebildet, die entweder einheitlich ist oder aber aus zwei oder mehreren Platten besteht und häufig, so auch bei der abgebildeten Gattung *Ceratium* (vgl. Abb. S. 88), mit den verschiedenartigsten Fortsätzen versehen ist. Die Ernährung ist pflanzlich, tierlich, oder sowohl pflanzlich als auch tierlich. Der Photosynthese-Farbstoff ist bei den Panzergeißlern jedoch meist nicht grün, sondern bräunlich.

Es gibt sowohl ungeschlechtliche als auch geschlechtliche Fortpflanzung. Teilt sich ein Mutterorganismus, so erhält jeder Tochterorganismus entweder je eine Hälfte des Panzers und bildet die andere neu, oder ein Tochterorganismus behält die alte Panzerung, und der andere bildet eine neue, oder aber beide verlassen die alte Hülle und bilden je eine neue. Auch Vielfachteilung (multiple Teilung), bei der aus einem Flagellat mehrere Tochterflagellaten entstehen, kommt vor. Als Zyste können manche Arten jahrelang überleben.

Zu den Panzergeißlern gehört die Art *Noctiluca miliaris* (Abb. S. 88), die Meeresleuchten herbeiführen kann (daher auch *Noctiluca* = Nachtleuchte). Sie weicht in ihrem Bau von dem der typischen Panzergeißler ab. Ein komplizierter Panzer fehlt, und es ist nur eine kurze Geißel vorhanden. Zur Nahrungsaufnahme dient ein klebriger, kontraktiler Tentakel, an dem im Wasser schwebende kleine Lebewesen festhaften und, wenn sie eine größere Masse



Erythropsis pavillardi. 1 Linse, 2 Pigment, unten der schwanzförmige Tentakel.

bilden, durch langsame Schlagbewegungen des Tentakels auf die Mitte des Zellkörpers zu befördert werden, die besonders zur Nahrungsaufnahme umgebildet ist. *Noctiluca* ist über die ganze Welt verbreitet und kommt in großen Mengen dicht unter der Wasseroberfläche vor. Durch Bewegungen des Wassers angeregt — zum Beispiel verursacht durch Schwimmen oder durch die Brandung —, erzeugt sie ein intensives Leuchten, wozu übrigens auch eine Reihe anderer im Meere lebender Lebewesen in der Lage ist.

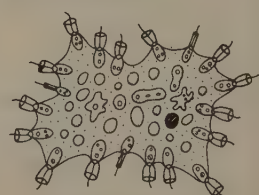
In den Ozeanen kommt es zuweilen zur Massenvermehrung der Panzergeißler, so daß sie als »Wasserblüte« oder »Rote Tiden« (englisch Red Tides) das Wasser färben. Unter ihnen geben Arten vor allem der Gattungen *Gymnodinium* und *Goniaulax* an das Wasser ein Nervengift ab, das zu einem großen Sterben der Fische, Krebse und Muscheln führt. In Kalifornien kam es mehrfach auch zu Massenvergiftungen von Menschen durch den Genuß von Miesmuscheln, deren Hauptnahrung aus *Gymnodinium catenella*, einer solchen berüchtigten Art, bestanden hatte. Wälle toter Fische an den Küsten sind die Folge roter Tiden; Ansammlungen versteinierter Fischreste in Meeresablagerungen vergangener Erdzeitalter verdanken ihre Entstehung vielleicht roten Tiden der Vorzeit. Die Panzergeißler der Gattung *Gyrodinium* leben teils im Meer, teils im Süßwasser; *Gymnodinium pascheri* ist wie die Phytomonadine *Chlamydomonas nivalis* durch den Farbstoff Hämochrom rot gefärbt. Der Farbstoff schützt den Panzergeißler vor der starken Ultraviolettstrahlung der Sonne im Gebirge, denn er lebt hier, ziegelrote Flecken bildend, im Schnee, aber auch in den kalten Schmelzwässern.

Die Ordnung der PROTOMONADINEN (Protomonadina) umfaßt alle farblosen ein- und zweigeißeligen Geißelträger, die keine Abkunft aus den vorhergehenden Ordnungen mit pflanzlicher Ernährungsweise erkennen lassen. So sind im Laufe der Zeit immer mehr Tiere, die bei eingehenderer Erforschung solche Verwandtschaft zeigten, hier ausgeschieden und vor allem den Goldmonaden zugeteilt worden. Geblieben sind in diesem »Obdachlosenasyll« einige Gruppen unbekannter stammesgeschichtlicher Herkunft, die auch untereinander keine Verwandtschaft erkennen lassen. Der in dieser Ordnung untergebrachte Erreger der Costia-Seuche der Fische, *Costia necatrix*, ist nach Hartmann vielleicht aus einem pflanzlichen Geißelträger der Ordnung der Cryptomonaden hervorgegangen. Er überzieht die Haut des Körpers und der Kiemen bei vielen Fischen oft so dicht, daß er sie schwer schädigt; vor allem bei Jungfischen führt der Befall oft zu einem Massensterben. Aquarienfische werden durch wiederholte Bäder in zwei- bis zweieinhalbprozentiger Salzlösung von dem gefährlichen Schmarotzer befreit.

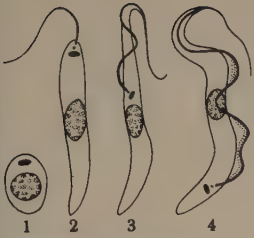
Auch die Familie der KRAGENGEISSLER (Craspedomonadidae oder »Choanoflagellaten«) hat in dieser Ordnung einen vorläufigen Platz gefunden. Sie besitzen an einem Zellende einen zylinder- oder trichterartigen Kragen, der die Geißel umschließt; sie erzeugt eine von hinten zum oberen Rand des Kragens gerichtete Wasserströmung. Nahrungsteile bleiben am Kragen kleben und werden an ihm entlang in den Zellkörper befördert, wo sie verdaut werden. Ähnliche Zellen mit ähnlicher Aufgabe gibt es bei den Schwämmen. Es ist daher möglich, daß diese von Choanoflagellaten abstammen. Auch Koloniebildung gibt es bei den Kragengeißlern. So sind bei der Art *Protospon-*

Ordnung Protomonadinen

Familie Kragengeißler



Protospongia haeckeli



Erscheinungsformen der Trypanosomiden: 1 amastigote (Leishmania-)Form, 2 promastigote (Leptomonas-)Form, 3 epimastigote (Crithidia-)Form, 4 trypomastigote (Trypanosoma-)Form.

Familie Trypanosomen



Verbreitung von *Trypanosoma gambiense* (1) und *Trypanosoma rhodesiense* (2).



Zweiteilung von *Trypanosoma brucei* (Erreger der Nagana). 1 Trypanosomaform, 2 Teilung des Basalkorns, der Geißel und des Kerns, 3 Teilung des Blepharoplasten, Bildung einer zweiten Geißel und undulierenden Membran, 4 Längsteilung des Plasmakörpers, von vorn nach hinten durchschneidend.

gia haeckeli (»Haeckels Urschwamm«, vom griechischen *πρῶτος* = erster und *σπογγία* = Schwamm) in eine gallertige Masse am Rande viele Kragengeißelzellen und im Innern einige andersartige Zellen eingelagert. Schon der Name deutet an, daß man diese Art als Vorläufer der Schwämme betrachtet hat. Allerdings ist es fraglich, ob es sich um echte Ahnen der Schwämme handelt.

Die für die Menschheit weitaus wichtigsten Angehörigen dieser Ordnung sind in der Familie der TRYPANOSOMEN (Trypanosomatidae) zusammengefaßt. Sie sind meist langgestreckte, spindelförmige Geißelträger mit nur einer Geißel, die einem »Basalkörper« entspringt. In seiner Nähe liegt der sogenannte Kinetoplast (griechisch: Bewegungsbildner). Nach unserer heutigen Kenntnis ist er aber nicht der Erzeuger der Geißelbewegung, sondern spielt als ein besonderes Mitochondrium (s. S. 27) eine Rolle im Zellstoffwechsel. Merkwürdigerweise scheint er für die »Trypanosomaform« im Wirbeltierblut nicht lebenswichtig zu sein, wohl aber für die Formen außerhalb des Wirbeltierblutes.

Die Trypanosomen treten in vier Formen auf, die zum Teil ineinander sich verwandeln können: 1. Die »Trypanosomaform«, deren Geißel am Hinterende entspringt und dem Körper entlang über sein Vorderende hinaus frei endet. Mit dem Körper ist sie durch ein äußerst feines Protoplasmahäutchen verbunden, das ihre Wellenbewegung mitmacht und daher »undulierende Membran« genannt wird. In dieser Form leben die Trypanosomen im Wirbeltierblut. 2. Die »Crithidiaform« ist durch den Ursprung der Geißel in der Körpermitte vor dem Zellkern gekennzeichnet. 3. Die »Leptomonasform« besitzt keine undulierende Membran, da die Geißel am Vorderende entspringt und völlig frei ist; sie wie auch die Crithidiaform findet man im Wirbellosendarm frei oder den Zellen ansitzend. 4. Die »Leishmaniaform« besitzt zwar den Basalkörper und den Kinetoplast, aber keine Geißel und ist von rundlicher Gestalt. Im Wirbeltier lebt diese Form in den Gewebezellen, im Wirbellosen diesen aufsitzend. Alle diese Formen vermehren sich nur ungeschlechtlich durch Längsteilung.

Unter den Trypanosomen befinden sich gefährliche Erreger von Krankheiten des Menschen und seiner Haustiere. So erzeugen *Trypanosoma gambiense* (Abb. S. 107) und *Trypanosoma rhodesiense* die afrikanische Schlafkrankheit des Menschen, das nächstverwandte *Trypanosoma brucei* die Nagana des Viehs. Sie alle beginnen als Schmarotzer des Blutes und enden nach Durchbrechung der Blut-Hirn-Schranke im zentralen Nervensystem, wo sie die Erscheinungen hervorrufen, die diesen afrikanischen Seuchen den Namen gaben. Alle drei *Trypanosoma*-Arten sind auf Zungenfliegen (Tsetsefliegen) der Gattung *Glossina* als Überträger angewiesen (Näheres über ihren Entwicklungsgang in Band II, Seite 53/54). Auch die südamerikanische Chagaskrankheit (Band II, S. 55) wird von Insekten, nämlich Raubwanzen, übertragen, in denen sie sich in der Crithidiaform im Mitteldarm und vor allem im Enddarm stark vermehren. Sie gelangen mit dem Wanzenkot auf die Haut und über wunde Stellen und die Augenschleimhäute in den menschlichen Körper. Hier vermehren sie sich in verschiedenen Geweben in der Leishmaniaform und treten dann in das Blut über, in dem sie wieder

die Trypanosomaform annehmen. So können sie erneut in stechende Raubwanzen gelangen. Sandmücken der Gattung *Phlebotomus* sind die Überträger der orientalischen Leishmanien: Auch sie vermehren sich im Darmkanal des Überträgers, gelangen dann aber nicht durch seinen After, sondern über seine Mundhöhle in den neuen Wirt. Der »Reservewirt«, aus dem die Sandmücken immer wieder ihre Leishmanien beziehen, sind vor allem die verwilderten, streunenden Hunde des Orients. Die beiden Arten *Leishmania tropica* und *Leishmania donovani* sind einander nahe verwandt, auch das Gebiet ihrer Verbreitung ist fast das gleiche und erstreckt sich bis in die warmen Landstriche Mittel- und Westeuropas sowie Nordafrikas um das Mittelmeer. *Leishmania tropica* besiedelt die Wandzellen der Hautgefäße und erzeugt hier »Orientbeulen« genannte Geschwüre. Von ihnen herrührende Gesichtsnarben sind bei Orientalen nicht selten. Sehr viel gefährlicher ist *Leishmania donovani* als Erreger der Eingeweide-Leishmaniase oder »Kala-Azar« (die »schwarze Krankheit«). Sie befällt die Gefäßwandungen von Darm und Leber und die blutbildenden Organe, das rote Knochenmark und die Milz, die stark anschwillt. Die Krankheit führt unbehandelt meist zum Tode. Andere Arten erzeugen Haut-Leishmaniasen in Südamerika.

»Orientbeulen«

Kala-Azar

»schwarze Krankheit«

Das heute weltweit verbreitete *Trypanosoma evansi*, der Erreger der »Surra« der Pferde und Kamele, ist dem *Trypanosoma brucei* nahe verwandt, wird aber von Bremsen übertragen, doch vermehrt sich der Schmarotzer in ihnen nicht. Sie sind daher nur »Transportwirte«. Dasselbe gilt für das südamerikanische *Trypanosoma equinum*, den Erreger der gefürchteten Kreuzlähme der Pferde (des Mal de caderas), die gleichfalls von Bremsen übertragen wird. Auch die Wasserschweine (Capybaren; Band XI, S. 433) sind für diese Seuche anfällig, und das Pferdesterben ist oft mit einem Capybarensterben verbunden. *Trypanosoma equiperdum* schließlich, der Erreger der Beschälseuche der Pferde, bedarf zur Übertragung keines Überträgers oder Transportwirtes, er wird beim Deckakt unmittelbar übertragen. Schließlich sei noch ein einheimischer Vertreter dieser Familie erwähnt: *Trypanosoma melophagium* im Blut unserer Schafe, übertragen von der Schafslausfliege *Melophagus ovinus*, in deren Darm man es stets in großer Zahl antrifft. Die Schafe erkranken an dem Parasiten ebensowenig wie das afrikanische Wild am *Trypanosoma brucei*. Sie bilden nämlich einen Stoff, der die Vermehrung der Trypanosomen im Blute zügelt. Nach Entfernung der Milz wird er nicht mehr gebildet, und das Blut ist in kurzer Zeit von Trypanosomen überschwemmt. Hier liegt wie dort ein gut ausgewogenes Wirt-Schmarotzer-Verhältnis vor, bei dem der Parasit seinen Wirt nicht zugrunde richtet und daher »den Ast, auf dem er sitzt, nicht absägt«.

Tierseuchen

Anstelle einer Schilderung der Leiden und Nöte, die der Menschheit durch die Trypanosomen bereitet werden, lassen wir den Parasitologen E. Martini zu Worte kommen: »Die Häuptlinge im warmen Afrika wissen genau, was die geschwollenen Nackendrüsen bedeuten, nach denen auch der Arzt sieht und fühlt, daß sie das erste Zeichen schwerer Krankheit sind, und sie geben solche noch kräftige Männer, die für das Dorf doch bald nur eine Last sein würden, gern den Werbern für Träger-Karawanen. Nun beginnt für die Leute eine Leidenszeit. Bald fangen sie an, unregelmäßig zu fiebern. In den Drüsen oder

im Blute lassen sich Trypanosomen nachweisen. Sie sind auch oft in Menge im Gehirn. Dann kann es zu Erregungszuständen kommen, die mit der Sklavengabel unterdrückt wurden, oder auch zu krankhafter Teilnahmslosigkeit, die man als Faulheit mit Schlägen behandelte. Flüchtige Hautschwellungen erscheinen an verschiedenen Körperstellen, und allmählich magern die Körper ab. Die Kräfte verfallen. Eine zunehmende Schlafsucht folgt aus der Schwäche. Das furchtbare Bild der Schlafkrankheit ist voll entwickelt. Schließlich können sich die Leute nicht mehr auf den Beinen halten und gehen oft erst nach vielen Monaten der Krankheit zugrunde.« Und an anderer Stelle des Buches »Wege der Seuchen«: »Die Schlafkrankheit rottet ganze Bevölkerungen in dem Maße aus, daß die belgische Regierung Anfang dieses Jahrhunderts aus Teilen des Kongostaates Beamte abgerufen hat, weil nichts mehr zu regieren war, und die Handelsgesellschaften Faktoreien auflösen mußten, weil nichts mehr zu handeln war. So ist die Schlafkrankheitsfrage die Schicksalsfrage der Entwicklung Innerafrikas.« Die Bedeutung eines Heilmittels gegen diese Geißel der Menschheit kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Es wurde als »Germanin« (Bayer 205) 1916 von den deutschen Chemikern Dressel, Kohte und Ossenbeck dargestellt und 1920 erstmals von Professor Mühlens erfolgreich an schlafkranken Menschen erprobt. Der englische Biologe Julian Huxley meinte: »Die Entdeckung des Germanins ist für die Alliierten wahrscheinlich wertvoller als alle nach dem Ersten Weltkrieg geforderten Reparationen.«

Ordnung Diplomonadinen



Giardia (Lamblia) intestinalis

Ordnung Polymastiginen

Die Angehörigen der nun folgenden Ordnungen tragen mehr als zwei und zum Teil sogar sehr zahlreiche Geißeln oder Wimpern. Eine eigenartige Gruppe ist in der Ordnung der DIPLOMONADINEN (Diplomonadina) vereinigt: meist zweiseitig symmetrische Tiere mit acht Geißeln und zwei Kernen, die gewissermaßen Doppeltiere darstellen. Man kann sie sich aus Geißelträgern mit einem Kern und vier Geißeln dadurch entstanden denken, daß sich bei der Vermehrung zwar noch die Organellen verdoppeln, dann aber die Teilung unterbleibt. Die Arten leben zum Teil frei, zum anderen Teil in den Därmen von Wirbellosen und Wirbeltieren. Sie ernähren sich hier von Bakterien und sind daher wohl eher »Tischgenossen« (Kommensalen) als Schmarotzer (Parasiten). Wer unter dem Mikroskop die Einzeller untersucht, die den Enddarm des Frosches besiedeln, begegnet hier neben den schönen, großen Opalinen (s. S. 103) gleich mehreren Arten. Im hinteren Dünndarm und im Blinddarm der Ratten und Mäuse leben wohl regelmäßig der schlanke *Octomitus muris* und die breitere *Giardia muris*, im Dünndarm des Menschen häufig die bauchseitig flache, rückenständig gewölbte *Giardia (Lamblia) intestinalis*. Als Dauerform (Zyste) findet man sie häufig bei Kotuntersuchungen, und hier ist sie oft bereits vierkernig, da sie sich in der Zystenhülle teilt. In großer Zahl trifft man sie besonders bei Durchfällen an, doch ist noch immer umstritten, ob diese Massenvermehrung die Ursache oder nur die Folge der Erkrankung ist.

Auch die Angehörigen der Ordnung der POLYMASTIGINEN (Polymastigina; vom griechischen *πολύς* = viel und lateinischen *mastix* = Geißel) sind meist Darmbewohner von Wirbellosen und Wirbeltieren. Artenreich ist hier die Gattung *Trichomonas* mit mehreren nach vorn gerichteten Geißeln und einer

mit ihnen zusammen entspringenden, nach hinten gerichteten »Schleppgeißel«, die mit dem Körper durch eine »undulierende Membran« (s. S. 99) verbunden ist. Der Länge nach durchzieht das Tier ein Achsenstab (»Axostyl«), der in sich beweglich ist. Das Elektronenmikroskop enthüllte ihn als ein Bündel zahlreicher Längsfasern (»Mikrotubuli«) von je etwa einem vierzigtausendstel Millimeter Dicke (240 Angström). Im Darm des Menschen lebt *Trichomonas hominis*. In der Mundhöhle des Menschen lebt *Trichomonas tenax* (= *elongata*), in der Scheide der Frau und der Harnröhre beider Geschlechter *Trichomonas vaginalis*. Während die meisten Arten von Bakterien leben, findet man in der letztgenannten Art niemals geformte Nahrung. Ihre Häufigkeit auch bei gesunden Frauen schließt nicht aus, daß *Trichomonas vaginalis* beim Zusammentreffen ungünstiger Umstände zum Krankheitserreger werden kann.

In der Gattung *Trichomonas* wie auch in anderen Gattungen der Familie der Trichomonadiden trifft man auf viele Arten, die den Darm von pflanzlicher Kost lebender Insekten bewohnen. Neben Blatthornkäfern (so Maikäfer, Nashornkäfer) sind das vor allem Termiten. Einige Familien (Calonymphidae, Pyrsonymphidae, Hypermastigidae) haben sich ganz und gar an das Leben in dem Enddarm der Termiten angepaßt und ihnen dadurch sogar eine neue Ernährungsweise ermöglicht. Sie sind hier also keineswegs schädigende Schmarotzer oder harmlose Tischgenossen, sondern lebensnotwendige Symbionten. Sie leben im Termitendarm in gewaltigen Mengen, so daß ihr Gesamtgewicht auf etwa ein Sechstel bis ein Drittel des Körpergewichts der Termiten geschätzt wird. Die sich von Holz nährenden Termiten sind auf die Hilfe der Geißelträger in ihrem Darm angewiesen, da sie selbst keine das Holz abbauenden Fermente erzeugen. Das tun für sie entweder die Geißelträger oder vielleicht in diesen lebende Bakterien. Ob die Holzteilchen oder die Bakterien die eigentliche Nahrung der Termitengeißeltierchen sind, ist noch umstritten. Auf jeden Fall vermehren diese sich ständig im Enddarm der Termiten, und ständig quillt ihr Bevölkerungsüberschuß in den Mitteldarm über, in dem er zum Nutzen der Termiten verdaut wird. Nun häuten die Termiten zusammen mit ihrer Körperoberfläche auch stets ihren Enddarm; mit seiner Auskleidung wird aber auch sein ganzer Inhalt abgestoßen. So muß jede Termiten nach der Häutung für eine erneute Bevölkering ihres Darmes mit Geißelträgern und Bakterien sorgen. Das Ablecken des Afters einer Arbeitertermiten schafft hier schnelle Abhilfe.

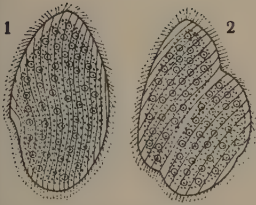
In der Familie der HYPERMASTIGIDAE ist die Unterfamilie der HOPLONYMPHINAE der besonderen Beachtung wert: Während *Hoplonympha* im Termitendarm lebt, findet man die Arten der nächstverwandten Gattungen *Rhynchonympha*, *Urinympha* und vor allem *Barbulanympha* im Darm der altertümlichen sich von Holz ernährenden Schabe *Cryptocercus punctulatus*, ein Hinweis auf die nahe Verwandtschaft der Termiten mit den Schaben. Einen Unterschied weisen diese Schabensymbionten freilich zu den Termitensymbionten auf: Die Bildung hüllenloser Dauerstadien ist mit geschlechtlichen Vorgängen verbunden, und beide fallen zeitlich mit der Häutung der Schabe zusammen, ausgelöst durch ihre Häutungshormone! Die beiden Teilhaber der Symbiose sind so in erstaunlicher Vollendung aufeinander eingespielt.



Hypermastigiden im Darm von Termiten: 1 *Trichonympha turkestanica*, 2 *Microspironympha porferi*, 3 *Kofoidia loriculata*.

Ordnung Opalininen

Wie die höchst entwickelten Geißelträger der Ordnung der Polymastigina, so sind auch die OPALININEN (Ordnung der Opalinina) mit einer überaus großen Zahl von Geißeln besetzt, doch diese sind kurz und dadurch den Wimpern der Wimpertierchen ähnlich. So hat man die Opalinen und ihre Verwandten noch bis vor kurzem den Wimpertierchen (s. S. 122) zugerechnet. Dieser Irrtum konnte geschehen, da zwischen den Geißeln der Geißelträger und den Wimpern der Wimpertierchen kein grundsätzlicher Unterschied erkennbar ist und auch das Elektronenmikroskop in ihrem Feinbau keinen Unterschied aufdeckt. Entscheidend für die Einordnung in die Klasse der Geißelträger ist dagegen die Einheitlichkeit der vielen Kerne der Opalininen im Gegensatz zu der Zwiefalt der Wimpertierkerne. Auch die Geschlechtsvorgänge der Opalininen spielen sich in gleicher Weise als »Kopulation« ab wie die der Geißelträger und nicht als »Konjugation« (s. S. 122) wie die der Wimpertierchen. Die Opalininen sind entweder zweikernig (Gattungen *Protopalina* und *Zelleriella*) oder vielkernig (Gattungen *Cepedea* und *Opalina*); sie sind im Querschnitt entweder kreisrund (*Protopalina* und *Cepedea*) oder abgeflacht (*Zelleriella* und *Opalina*). Die wimperartigen Geißeln sind stets in schrägen Reihen angeordnet.



Opalina ranarum: 1 ganzes Tier mit zahlreichen bläschenförmigen Kernen, 2 Teilung durch Zerfall in zwei gleich große Stücke.

Alle Opalininen sind Bewohner des Enddarms der Froschlurche, doch ist die ursprünglichste Gattung, *Protopalina*, nicht auf sie beschränkt, sondern besitzt auch einige Arten in Knochenfischen und in Kriechtieren. *Opalina ranarum* (L 0,6–0,7 mm) ist gut mit unbewaffnetem Auge sichtbar und findet sich in jedem Grasfrosch, die kleinere *Opalina dimidiata* (L 0,35–0,5 mm) ebenso in jedem Wasserfrosch. In ihnen vermehren sie sich das ganze Jahr über durch Zweiteilung. Im Frühjahr aber teilen sie sich in viele Einzeltiere mit nur wenigen Kernen und bilden nun um sich herum eine Kapsel. Mit dem Kot ausgeschieden, gelangt diese in das Wasser und wird hier von den jungen Kaulquappen aufgenommen. In den Kaulquappen teilen sich die den Kapseln entschlüpften Tiere wiederum bis zur Einkernigkeit und bilden so größere weibliche und kleinere männliche Tiere (Gameten), die paarweise miteinander verschmelzen. Danach wird wieder eine Hülle gebildet, und wieder verläßt die »Zygote« mit dem Kot den Darm, oder aber sie wächst gleich heran. Abermals von einer Kaulquappe mit der Nahrung aufgenommen, gelangt sie in deren Enddarm, schlüpft hier und vermehrt sich fortan bis zum nächsten Frühjahr durch Zweiteilung. Alle Opalininen, die wir im Enddarm des Frosches antreffen, entstammen daher seiner Jugendzeit als Kaulquappe. Opalininen besitzen weder einen Zellmund noch einen Zellafter, noch im Inneren Nahrungsbläschen (Nahrungsvakuolen). Sie ernähren sich also durch ihre Zelloberfläche von gelösten Stoffen des Froschendarmes. Für den mikroskopierenden Naturfreund sind die durchsichtigen, wie ein Opal schimmernden (daher der Name) Opalininen ein beliebtes Ziel der Untersuchung, zumal sie dem Frosch mit einer stumpfen Pipette leicht entnommen werden können, ohne ihn zu schädigen.

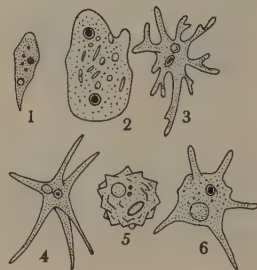
Klasse Wurzelfüßer

Die auf die Klasse der Geißelträger folgende Klasse der WURZELFÜSSER (Rhizopoda) ist durch die Fähigkeit gekennzeichnet, Scheinfüßchen (Pseudopodien) zu bilden. Bei den typischen Nacktamöben sind dies formveränder-

liche Fortsätze des Protoplasmaleibes, die zeitweilig gebildet und dann wieder in den Zelleib einbezogen werden. Durch sie wechseln die Wurzelfüßer ständig ihre Gestalt: In der Achse des Scheinfüßchens strömt das Protoplasma rasch aus dem Zellkörper heraus, sein Strom biegt dann aber nach den Seiten ab und kommt zum Stillstand. So bewegt sich allmählich das ganze Tier vom Ort. Bei vielen Arten wird nur ein Scheinfüßchen auf einmal gebildet, die Tiere sind »einfüßig« (monopodial) und fließen auf einer Unterlage in einer Richtung. Solche wie eine Wegschnecke (*Limax*) kriechenden Wurzelfüßer kann man unter dem Mikroskop in der Kahmhaut jedes alten Heuaufgusses beobachten. Andere Wurzelfüßer besitzen viele Scheinfüßchen und ändern im Kriechen ihre Richtung, indem mal das eine, mal das andere auf Kosten der übrigen vermehrten Zustrom erhält. Bei frei schwebenden Wurzelfüßern strahlen lange Scheinfüßchen in großer Zahl nach allen Seiten. Sie dienen dem Schweben, und nur wenn sie mit einem festen Gegenstand in Berührung gelangen, können sie das Tier bewegen. Scheinfüßchen dienen aber nicht nur der Fortbewegung und dem Schweben, sondern auch dem Fang und der Einverleibung der Nahrung. Sie umfließen die Nahrungskörper, oder sie heften sie an sich und leiten sie durch ihre Protoplasmaströmung dem Zelleib zu. Scheinfüßchen können glasig durchsichtig oder körnig erscheinen, sie können springbrunnenartig oder bruchsackartig vorwachsen, sie können Lappen oder Strahlen oder Netze bilden. Dem Freund mikroskopischen Schauens bieten sie in ihrer Vielfalt und in ihrem ständigen Werden und Vergehen fesselnde Beobachtungen.

Nun sind Scheinfüßchen allerdings nicht Alleingut der Wurzelfüßer: Die Wanderzellen im Blut und in den Geweben der Vielzeller wandern ebenfalls mit Hilfe von Scheinfüßchen und umfließen mit ihnen eingedrungene Bakterien ebenso, wie es die Wurzelfüßer tun. Auch manche Geißelträger können sie noch bilden, wie auch bei manchen Wurzelfüßern zeitweilig Geißeln auftreten. Einzeller, die zugleich Geißeln und Scheinfüßchen besitzen oder bei denen beide im Laufe der Entwicklung nacheinander vorhanden sind, lassen Zweifel aufkommen, ob sie Geißelträger oder Wurzelfüßer sind. Wenn sie sich mit Hilfe von Farbkörpern pflanzlich ernähren oder wenn sie sonst enge Verwandtschaft zu pflanzlichen Geißelträgern erkennen lassen, stellt man sie zu den Geißelträgern; sind sie aber farblos und ohne eine solche Verwandtschaft, so ordnet man sie den Wurzelfüßern zu. Diese Regelung darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß Geißelträger und Wurzelfüßer durch keine breite Kluft getrennt sind.

Wir beginnen mit der Ordnung der unbeschalteten NACKTAMÖBEN (*Amoebina*), die man auch wegen ihrer ständig wechselnden Gestalt »Wechseltierchen« nennt. Am bekanntesten ist die am Grunde von Teichen und Tümpeln häufige *Amoeba proteus* (ϕ 0,2–0,5 mm; Klapptafel Abb. 4), kenntlich an den zahlreichen, dicken und stumpfen Scheinfüßchen, die oft den größten Teil des Körpers ausmachen. Eine schrumpelige Oberfläche kennzeichnet die *Verrucosa*-Amöben (ϕ 0,1 mm). Die kleinen einfüßigen »Limax-Amöben« (s. oben) des Süßwassers gehören meist der Gattung *Hartmannella* an; sie ernähren sich von Bakterien. Eine Schwebeform des Süßwassers ist die mit langen, strahligen Scheinfüßchen ausgestattete *Radiosa*-Amöbe. Am fauligen



Form- und Scheinfüßchentypen von Amöben: 1 *Limax*-amöbe, 2 *Pelomyxa binucleata*, 3 *Amoeba proteus*, 4 *Radiosa*-Amöbe, 5 *Verrucosa*-Amöbe, 6 *Amoeba polyopodia*.

Ordnung Nacktamöben

Grunde stehender Gewässer ist unser größtes Wechseltierchen nicht selten: *Pelomyxa palustris* (ϕ bis 2 mm). *Pelomyxa* ist von etwa eiförmigem Umriß, da ihr ganzer Körper ein einziges großes Scheinfüßchen bildet. Sie enthält meist eine große Zahl von Kernen, ferner viele stark lichtbrechende Körper aus tierlicher Stärke, dem Glykogen (»Glanzkörper«), dazu viele Schlamm- und Sandteilchen. Auch zwei Arten von Bakterien trifft man in der *Pelomyxa* so regelmäßig und zahlreich an, daß aus diesem Zusammenleben auf einen beiderseitigen Vorteil geschlossen werden darf.

Koloniebildung bei Einzellern

Gewisse, in faulenden Stoffen und vor allem auf Mist und im Kot vorkommende Arten der Nacktamöben machen einen komplizierten Entwicklungskreislauf durch, bei dem einzeln lebende Formen mit »kollektiv«, das heißt also in einer Kolonie, lebenden Formen abwechseln. Einzelamöben ernähren und vermehren sich wie gewöhnliche Nacktamöben. Ist jedoch keine Nahrung mehr vorhanden, so beginnen sie, negativ auf Feuchtigkeit zu reagieren. Zahlreiche Amöben kriechen jetzt zusammen auf einen höher gelegenen und darum trockeneren Ort zu und bilden dort ein aufwärts gerichtetes, turmartiges Gebilde; nach einiger Zeit fällt es um und bewegt sich auf der Unterlage kriechend umher. Schließlich richtet sich der Amöbenhaufen wieder auf und formt den sogenannten Sporenträger, wobei ein Teil der Amöben sich in die Zellen des Stieles, ein anderer Teil in die an der Spitze des Stieles sitzenden Sporen umbildet. Die Sporen sind von einer Hülle umgeben, die es ihnen ermöglicht, bei schlechten Umweltbedingungen zu überleben. Bessern sich die Bedingungen wieder, so kriechen die Amöben aus den Sporenhüllen und beginnen erneut das Leben als Einzeltiere. Die Zellen des Stieles gehen dagegen zugrunde.

Wir haben hier also ein Beispiel der Koloniebildung bei Einzellern, bei der im Gegensatz zu den oben besprochenen kolonialen Geißelorganismen die Zellen nicht nach der Teilung zusammenbleiben, sondern zusammenkriechen. Jedoch ist wie bei vielen Flagellatenkolonien auch hier eine Arbeitsteilung in vermehrungsfähige Fortpflanzungszellen (die Sporen) und nichtvermehrungsfähige Körperzellen (die Zellen des Stiels) eingetreten. Die Sporenträger der »kollektiven« Nacktamöben sind in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet. Die Sporen können in einem einzigen kugelartigen Gebilde an der Spitze des Stieles liegen, oder mehrere Sporenkugeln befinden sich am Ende von Seitenzweigen des Stieles, die entweder von einem Punkt an der Spitze des »Hauptstammes« oder von mehreren in verschiedenen Ebenen liegenden Zentren ausgehen, usw. Es kommen Gebilde zustande, die — oberflächlich betrachtet — einfachen mehrzelligen Pflanzen überraschend ähnlich sind. Aber auch hier muß wieder betont werden, daß es sich nicht um echte Übergangsformen zu mehrzelligen Lebewesen handelt.

Als Beispiel einer Amöbe, die auf bestimmten Entwicklungsstadien Geißeln hat, sei die Gattung *Naegleria* erwähnt. Die frei schwimmende Flagellatenform setzt sich an einer Unterlage fest, schmilzt die beiden Geißeln ein und geht zur Amöbenbewegung durch Scheinfüße über. Bei Nahrungsmangel und bei bestimmten anderen Außenbedingungen erscheinen erneut zwei Basalkörner, aus denen zwei Geißeln auswachsen. Die Amöbe ist also wieder zum Geißelorganismus geworden.



Verbreitung der Amöben-
ruhr im Mittelmeergebiet
(s. S. 106).

Neben den frei lebenden Nacktamoeben gibt es auch eine Reihe von Arten, die als harmlose Tischgenossen (Kommensalen) oder gefährliche Schmarotzer (Parasiten) des Menschen leben. Zu den Kommensalen gehört die häufige Amöbenart *Entamoeba coli*. Sie ernährt sich im Dickdarm des Menschen vor allem von Bakterien, aber auch von dort vorkommenden Einzellern. In andere Wirte gelangt sie durch Zysten, die dadurch entstehen, daß sie sich abrundet und eine Hülle abscheidet. In der Zyste entstehen durch dreimalige Kernteilung acht Zellkerne. Die Zyste wird mit dem Kot ausgeschieden und gelangt durch den Mund, zum Beispiel auf unsauberem Obst, in einen neuen Wirt, wo die jetzt vielkernige Amöbe aus der Hülle kriecht und sich in acht Tochteramoeben teilt.

Neben *Entamoeba coli* kommen im Darm des Menschen auch einige andere harmlose Arten vor, die sich voneinander zum Teil nur geringfügig in der Größe, im Bau des Zellkerns und in der Zahl der Zellkerne in der Zyste unterscheiden. Auch in der Mundhöhle des Menschen (und wahrscheinlich auch von Haustieren und Affen) lebt eine Art: *Entamoeba gingivalis*. Zysten sind bisher nicht gefunden worden, und so ist es wahrscheinlich, daß die Übertragung durch engen Mund-zu-Mund-Kontakt zweier Personen oder auch durch verunreinigtes Geschirr und Trinkwasser erfolgt. Auch diese Art ist mit großer Wahrscheinlichkeit harmlos, obwohl wiederholt behauptet worden ist, daß sie gewisse Zahnkrankheiten hervorrufen kann.

Sehr gefährlich ist dagegen die RUHRAMÖBE (*Entamoeba histolytica*), der Erreger der meist mit starken Leibschmerzen, blutig-schleimigen Durchfällen und oft weiteren Komplikationen einhergehenden Amöbenruhr (Abb. S. 105). Diese Art kommt in verschiedenen Erscheinungsformen im Darm des Menschen vor. Leidet die von ihr befallene Person an akuter Amöbenruhr, so finden sich in dem blutigen Stuhl Amöben, die zahlreiche rote Blutkörperchen aufgenommen haben. Sie sind verhältnismäßig groß (20–30 μm ; 1 Mikrometer oder μm = ein tausendstel Millimeter) und werden daher als Magnaform (vom lateinischen magna = groß) oder, da sie aus der Darmhöhle in die Darmwand eindringen können, auch als Gewebeform bezeichnet. Auch der Artname (*histolytica* = Gewebe auflösend) ist abgeleitet von der Fähigkeit, in die Darmwand einzudringen und das Gewebe zu zerstören. Durch die Zersetzung des Darmgewebes und der Blutgefäße kommt es zum Blutaustritt in die Darmhöhle. Die Amöben können im Blut auch in andere Organe gelangen, so zum Beispiel in Leber, Lunge, Haut und Gehirn, und dort die Bildung von ausgedehnten abgekapselten Eiterherden verursachen.

Häufiger als die krankheitserregende Magnaform ist die kleinere sogenannte Minuta- oder Darmlumenform (vom lateinischen minutus = verringert), die im allgemeinen nur zwölf bis achtzehn Mikrometer groß ist und keine roten Blutkörperchen enthält. Sie lebt im Darmhohlraum und nährt sich von gelösten Stoffen und Bakterien. Die Minutaform kann auch Zysten bilden, wozu die Magnaform nicht befähigt ist. Ähnlich wie bei *Entamoeba coli* rundet sich die Amöbe hierbei ab und scheidet eine Hülle aus. Im Gegensatz zu ihr folgen aber, von Ausnahmen abgesehen, nur zwei Kernteilungen aufeinander, so daß höchstens vier Zellkerne in einer Zyste liegen. Die Zyste verläßt den Darm im Stuhl und gelangt durch Schmutzinfektion

Einzeller

Links, von oben nach unten:

Blutausstrich: Zwischen den Blutkörperchen sind zwei Geißeltierchen der Art *Trypanosoma gambiense* (West- und Zentralafrika; s. S. 99), die Erreger der Schlafkrankheit, zu sehen.

Amöbe (Gattung *Amoeba*; vgl. S. 104) mit Nahrungsvakuolen.

Zwei Sporen der Sporentiergattung *Henneguya* mit ausgestoßenen Polfäden.

Die Tiere schmarotzen an Fischkiemen.

Myxobolus-Sporen (vgl. S. 133), bei denen die Polfäden noch in den deutlich erkennbaren Polkapseln geborgen sind.

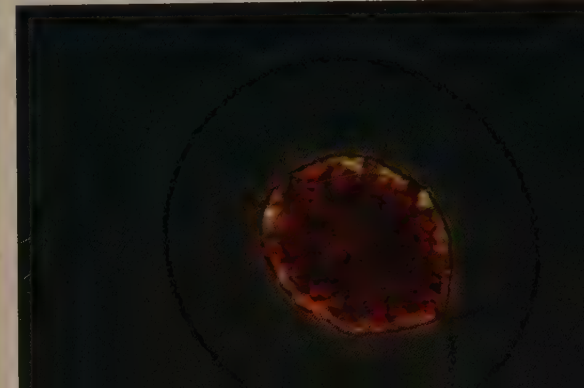
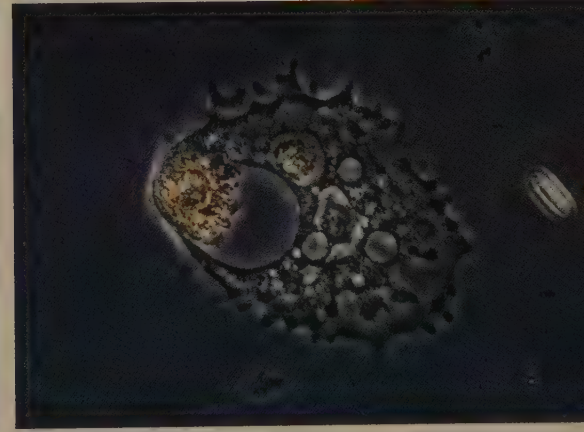
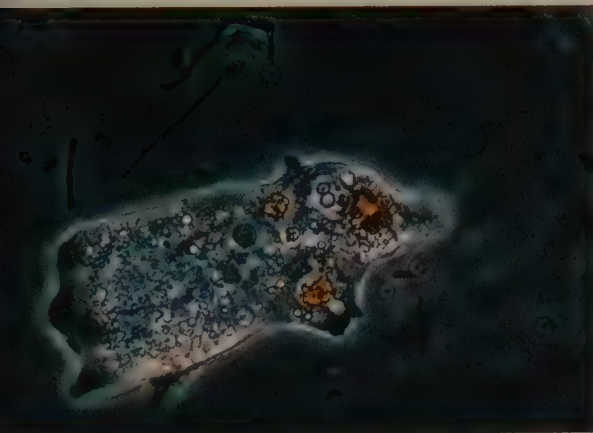
Rechts, von oben nach unten:

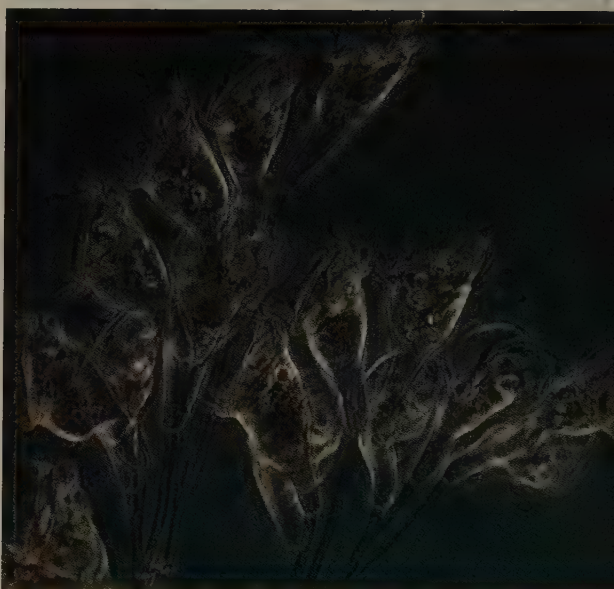
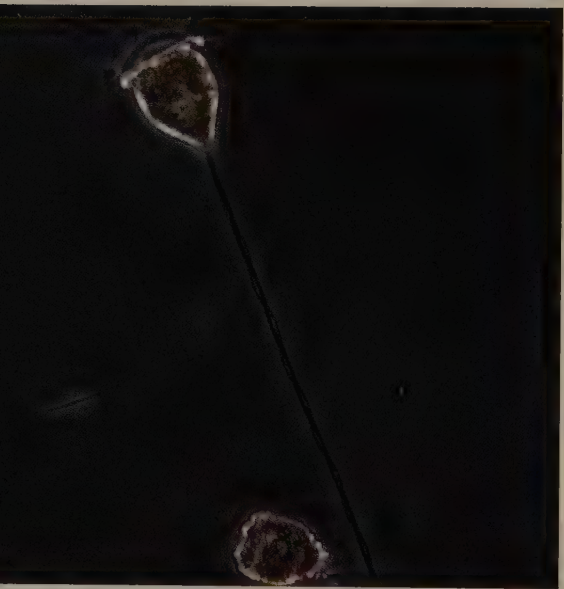
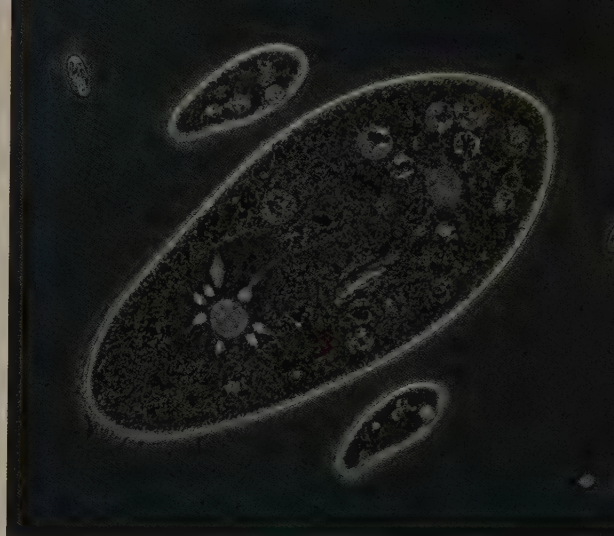
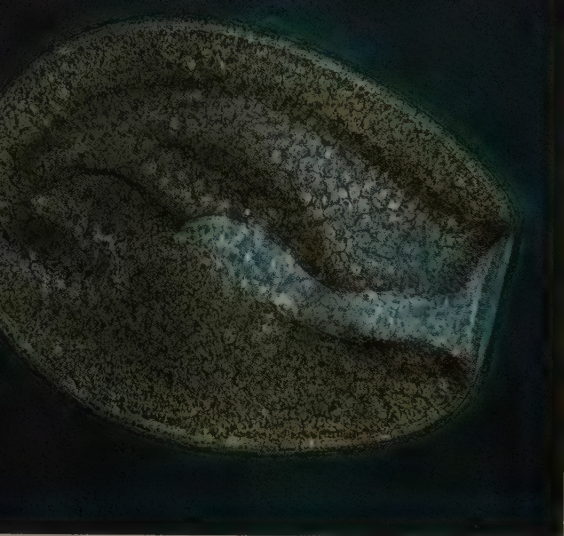
Eine begeißelte Amöbe (Gattung *Amoeba*; vgl. S. 104) zwischen Algenfäden.

Gehäuse der Foraminifere *Peneroplis pertusus*

Amöbe (Gattung *Amoeba*; vgl. S. 104) mit vortretenden Scheinfüßchen (Pseudopodien; s. S. 103)

Zweigeißliger Flagellat (Gattung *Haematococcus*)





Einzeller

Links, von oben nach unten:

Bursaria truncatella, ein Wimpertierchen mit tief in das Körperinnere reichendem Mundfeld. Mit über 1 mm Länge ist es ein »Riese« unter seinesgleichen.

Einzelne lebende Glockentierchen der Gattung *Vorticella* (vgl. S. 129 u. Abb. S. 113). Ein Einzeltier mit gestrecktem, daneben eines mit zusammengezogenem Stiel.

Trompetentierchen (Gattung *Stentor*; s. S. 130)

Rechts, von oben nach unten:

Pantoffeltierchen (Gattung *Paramecium*; s. S. 123 u. vgl. Abb. S. 113).

Gut erkennbar die pulsierenden Vakuolen.

Glockentierchenkolonie der Gattung *Carchesium* (s. S. 129) mit verzweigtem Stiel.

Ansammlung von Trompetentierchen (Gattung *Stentor*; s. S. 130)

(unsauberes Obst und Gemüse, verschmutztes Wasser usw.) in einen neuen Wirt, wo eine vierkernige Amöbe aus der Hülle kriecht und sich nach einer weiteren Kernteilung in acht kleine Tochteramöben teilt. Aktive Amöben, die im Stuhl ausgeschieden werden, gehen nach kurzer Zeit zugrunde, kommen für die Übertragung der Ruhr also nicht in Frage. Zysten können auch durch Insekten, vor allem Fliegen und Schaben, verschleppt werden. Sie bleiben entweder außen an ihrem Körper hängen oder werden verzehrt und im lebenden Zustand im Kot wieder ausgeschieden. Im Wasser bewahren die Zysten ihre Ansteckungsfähigkeit beträchtlich länger als im Kot. Versuche zeigten, daß Zysten von *Entamoeba histolytica* in mit Kot verschmutztem Wasser fünfunddreißig Tage, in destilliertem Wasser bei neunzehn bis zweiundzwanzig Grad Celsius sogar bis zu sieben Monate überlebten. So ist gerade die Verseuchung des Trinkwassers wiederholt Ursache von epidemieartigen Ausbrüchen der Amöbenruhr gewesen. Kudo beschreibt zwei solcher Fälle. Im Jahre 1933 trat in Chicago eine Epidemie auf, in deren Verlauf etwa 1400 Personen erkrankten. Ursache war Verschmutzung des Wassers durch fehlerhafte Installation. Ein Jahr später zogen sich etwa hundert Feuerwehrleute in derselben Stadt die Amöbenruhr durch Trinken verunreinigten Wassers zu.

Obwohl die Amöbenruhr überwiegend in wärmeren Ländern vorkommt, zum Beispiel entlang der gesamten Mittelmeerküste, tritt die Ruhramöbe auch in nördlichen Breiten auf. So sind selbst in nordeuropäischen Ländern und in den Vereinigten Staaten Träger des Parasiten nicht selten. Der Nachweis des Parasiten im Stuhl bedeutet also nicht immer, daß die Person Amöbenruhr hat. Und selbst wenn der Parasit und gleichzeitig eine ruhrartige Erkrankung nachgewiesen ist, heißt dies noch nicht, daß die Amöbe für die Krankheit verantwortlich ist, da auch Bakterien und Wimpertiere (s. S. 122) Ruhr verursachen können. Nur wenn die Magnaform von *Entamoeba histolytica* mit aufgenommenen roten Blutkörperchen gefunden wird, kann man mit Sicherheit von Amöbenruhr sprechen. Bei der Umwandlung der harmlosen Darmlumen- in die krankheitserregende Gewebeform bei einem Ruhranfall spielen Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit, beispielsweise durch warmes Klima, mangelhafte Ernährung und andere Infektionen, eine Rolle.

In den Harnkanälchen von Insekten schmarotzen Amöben der Gattung *Malpighiella*. Nur selten trifft man *Malpighiella mellificae* in der Honigbiene allein an; sie ist dann ziemlich harmlos. Gefährlich wird sie dem Bienenvolk, wenn es zudem an der Darmseuche erkrankt ist (s. S. 134). Der Imker erkennt dann den Amöben- und Nosemabefall an den etwa stecknadelkopfgroßen, gelben, dünnflüssigen Kotspritzern auf dem Flugbrett des Bienenstocks. Auch eingetrocknet bewahren die einzelnen oder zusammengelaufenen Flecken ihre gelbe Farbe. Diese Fälle der Doppelerkrankung sind weit häufiger als der alleinige Befall mit der Amöbe.

Ordnung Schalamöben

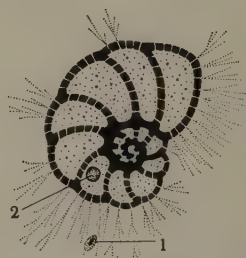
Den Nacktamöben (*Amoebina*) steht die Ordnung der SCHALAMÖBEN (*Testacea*) gegenüber, die eine Schale aus einer organischen Masse besitzen. Sie kann durch Kieselsäureplättchen, Sandkörnchen oder Kieselalgeschälchen verstärkt sein und besteht stets aus nur einer Kammer. Die Schalamöben vermehren sich durch Zweiteilung, doch wird das Gehäuse dabei

meist nicht geteilt. Die mit kleinen Kieselsäureplättchen gepanzerte *Euglypha* bildet schon vor der Teilung in ihrem Zellinneren einen Vorrat solcher Plättchen. Bei der Teilung treten sie aus der Schalenöffnung heraus und bedecken das aus der Schale hervorgetretene Protoplasma als neuer Panzer. Beim Durchmustern des Kleintierlebens unserer Tümpel unter dem Mikroskop begegnet man Schalamöben häufig, so den Arten der Gattung *Arcella* (vgl. Klapptafel, Abb. 5) mit lichtbrauner, fein gefeldeter Schale aus organischer Masse, der mit Kieselsäureplättchen gepanzerten *Euglypha alveolata* (Klapptafel, Abb. 8), den aus Fremdkörperteilchen gebildeten Schalen der Diffflugien (vgl. Klapptafel, Abb. 6), vor allem der großen *Diffugia pyriformis* (L bis 0,5 mm), der *Centropyxis aculeata* mit mützenförmiger Schale und der *Lequeureusia spiralis* (Klapptafel, Abb. 7) mit retortenförmigem Gehäuse. Reich an Schalamöben sind auch Torfgewässer. Wenn den Beobachter am Mikroskop hier auch vor allem die Formen und die verschiedene Zusammensetzung der Schälchen fesseln, so bleiben ihm auch die Unterschiede im Protoplasmakörper und hier vor allem die verschiedenen Formen der Scheinfüßchen nicht verborgen.

Wie die Schalamöben in selbstgebauten Gehäusen leben auch die LOCHTRÄGER oder FORAMINIFEREN (Ordnung Foraminifera). Ihre Schalen sind meist von Poren durchsetzt, durch die das Protoplasma nach außen tritt. Ein weiterer Unterschied zu den Schalamöben besteht in der Kammerung der Schalen; man nennt die Foraminiferen daher auch Polythalamia (Vielkammerige). Leider gibt es auch hier wieder Ausnahmen (Einkammerige, Monothalamia); so seien als weitere Unterscheidungsmerkmale genannt, daß die Foraminiferen durchweg im Meer oder in Salzwasser des Festlandes leben und daß bei vielen geschlechtliche Vorgänge beobachtet wurden. Die meisten Foraminiferen leben am Meeresboden, wenige Arten in gewaltiger Anzahl im Gewebe. Gerade diese, die Globigerinen (Gattung *Globigerina*; vgl. Abb. S. 93), stellen einen hohen Anteil an der Bildung des Schlammes am Meeresboden: Dieser »Globigerinenschlamm« bedeckt mehr als hundert Millionen Quadratkilometer und damit über ein Drittel der heutigen Meeresböden in einer Tiefe von ein- bis viertausend Metern. In größeren Tiefen werden die kalkigen Globigerinenschälchen durch die hier in höherem Maße gelöste Kohlensäure zersetzt. In früheren Erdzeitaltern kamen die Foraminiferen in solchen Massen vor, daß mächtige Gesteinsschichten fast nur aus ihren Schalen bestehen. So sind die Fusulinenkalke des späten Erdalters (Karbon und Perm) und die Nummulitenkalke des frühen Tertiärs (Eozän) fast ganz aus den Kalkschalen großer Foraminiferen aufgebaut. Die ägyptischen Pyramiden sind nicht nur Zeugen menschlicher Arbeit vor viereinhalf Jahrtausenden, ihr fast ganz aus Nummulitengehäusen bestehendes Gestein zeugt von der Lebenstätigkeit unzähliger Einzeller vor rund achtundvierzig Jahrmillionen.

Wie konnten sich aber diese Nummuliten am Meeresboden in solchen Massen entwickeln? Sie sind heute ausgestorben, aber ihre überlebenden nächsten Verwandten der Gattung *Heterostegina* haben dieses Geheimnis verraten: Sie wachsen und gedeihen in reinem Meerwasser, ohne von außen Nahrung aufzunehmen. Sie ernähren sich von den Algen, die sie in ihrem Protoplasma beherbergen. Sie wiederum wachsen und vermehren sich aus den

Ordnung
Lochträger oder
Foraminiferen



Schematischer Längsschnitt durch das vielkammerige *Elphidium* (*Polystomella*) *crispum*. 1 Nahrungskörper, 2 Kern.

Mineralsalzen des reinen Seewassers und der in ihm gelösten Kohlensäure. Sie benötigen hierzu freilich die Energie des Sonnenlichts, sie und mit ihnen die Foraminiferen sind daher auf die vom Licht durchdrungenen flachen Küstenstreifen der Meere angewiesen. Ein Rätsel bleibt aber zunächst, wie der Einzeller es zuwege bringt, den Zuwachs an Algen für sich zu verbrauchen, ohne das Grundkapital anzugreifen. In dem scheinbar so einfachen Protoplastmakörper des Einzellers muß hierfür eine Regeleinrichtung bestehen, die das Gleichgewicht zwischen ihm und seinem Ernährer, der Alge, wahrt.

Auch in den Bohrkernen, die der Suche nach Erdöl dienen, sind versteinerte Foraminiferenschälchen in weit größerer Zahl anzutreffen als die vordem als »Leitfossilien« herangezogenen Weichtierschalen. Da sich die Gestalt der Gehäuse in verhältnismäßig kurzen erdgeschichtlichen Zeiträumen wandelte, ermöglichen sie es, diese äußerst fein zu unterteilen und die Entstehungszeiten der Schichtenfolgen der Bohrkern sehr genau festzustellen. So haben zahlreiche Foraminiferen-Fachleute in aller Welt im Dienst der Erdölgesellschaften allein in den sieben Jahren von 1949 bis 1955 über viertausend Arten beschrieben, eine Lawine von »Öltierchen«-Arten, die nun die Fachleute selbst überrollt!

Im Binnenland leben Foraminiferen im salzigen Grundwasser der Wüste Kara-Kum in Zentralasien, in den Kochsalztümpeln von Déva in Siebenbürgen, in Salzgewässern Ungarns und im mitteldeutschen Salzgebiet von Artern bei Sangershausen.

Die Schale der Foraminiferen besteht entweder nur aus einer organischen, vom Einzeller ausgeschiedenen Masse, oder sie ist durch eingelagerten Kalk oder aufgelagerte Fremdkörper (Sand, Schwammnadeln) verstärkt. Im letzteren Fall entfalten manche Arten ein deutliches Auswahlvermögen. Sehr vielfältig ist die Gestalt der Schale: Selten ist sie nur einkammerig, meist aus vielen Kammern zusammengesetzt, die geradlinig ein-, zwei- oder mehrzeilig aufeinanderfolgen oder in der Ebene oder aufsteigend aufgerollt sind. Mannigfaltig sind auch Größe und Anordnung der Poren und die Skulptur der Oberfläche. Von dieser Formenfülle und Schönheit der Foraminiferengehäuse mag unsere Tafel auf Seite 93 eine Vorstellung geben. Für den Naturfreund, der über ein einfaches Mikroskop oder gar über ein zweiäugiges Präpariermikroskop verfügt, ist die Beschäftigung mit ihnen höchst fesselnd. Man findet sie in vorzeitlichen Meerestonen, die man schlämmt und dann aussiebt. Eine schier unerschöpfliche Quelle heutiger Arten ist am sandigen Meeresstrand der etwas gröbere »Schill«. Die Durchsicht an Ort und Stelle mit einer guten Taschenlupe läßt bereits erkennen, ob eine Probe wert ist, mitgenommen zu werden. Die aus ihr dann zu Hause ausgelesenen Foraminiferengehäuse bewahrt man in den eigens für diesen Zweck geschaffenen käuflichen »Franke-Zellen« oder »DMW-Zellen« auf und gewinnt so eine Sammlung von »Kunstformen der Natur«.

Ordnung
Sonnentierchen

Mit der Ordnung der SONNENTIERCHEN (Heliozoa) kehren wir wieder zu Wurzelfüßern zurück, die vorwiegend im Süßwasser leben. Von ihrem etwa kugelförmigen Zellkörper strahlen nach allen Richtungen lange, dünne Scheinfüßchen aus, die durch einen »Achsenfaden« verfestigt sind. Die Achsenfäden sind tief im Protoplastmakörper verankert. Kleine Lebewesen

haften an diesen strahlenförmigen Scheinfüßchen; eine Strömung des Protoplasmas leitet sie dem Zellkörper zu, in dem sie dann verdaut werden. Die Sonnentierchen vermehren sich durch Teilung; geschlechtliche Vorgänge kennt man bei ihnen in Form einer Selbstbefruchtung. Bei dem einkernigen Sonnentierchen *Actinophrys sol* (ϕ 50 μ m; Klapptafel, Abb. 10) vollzieht sie sich wie folgt: Die Scheinfüßchen werden eingezogen, und das Tier umgibt sich mit einer gallertigen Hülle. Kern und Zelle teilen sich einmal, so daß zwei Tochterzellen (Gamonten) entstehen. Die Kerne beider teilen sich nun zweimal, wobei jedesmal ein Tochterkern zugrunde geht; hierbei bleibt am Ende also nur wieder ein Kern in jeder Zelle übrig, der nun aber nur noch einen einfachen Satz von Kernschleifen (Chromosomen) besitzt. Diese Zellen sind die »Gameten«, die sich nun zur »Zygote« vereinigen; sie enthält nun wieder wie das ursprüngliche Tier einen doppelten Kernschleifensatz. Von einer Hülle umgeben, vermag sie eine längere Zeit zu ruhen. Anders ist dies bei dem großen Sonnentierchen *Actinosphaerium eichhorni* (ϕ bis 1 mm; Klapptafel, Abb. 9), das bis zu fünfhundert Kerne enthält: Es bildet zuerst auch eine gallertige Hülle und löst in ihr die Mehrzahl seiner Zellkerne auf. Die restlichen Kerne (etwa fünf vom Hundert) umgeben sich je mit einem Anteil Protoplasma, der eine Hülle ausscheidet. Nun teilt sich jede dieser Zellen in zwei Tochterzellen (Gamonten) und vollzieht Reifeteilungen und Kopulation wie *Actinophrys*.

Die letzte, nur im Meer lebende Gruppe von Wurzelfüßern sind die RADIOLARIEN oder STRAHLENTIERCHEN (Ordnung Radiolaria). Ihr Protoplasma Körper enthält eine dünnwandige, durchlöchernte »Zentralkapsel«, die ein inneres Protoplasma mit den Kernen von einem äußeren, blasigen Protoplasma trennt. Sie kann sich mit dem Wachstum des Tieres vergrößern, und sie kann sich bei der Fortpflanzung des Tieres auflösen. Doch was die Radiolarien in den Kreis der schönsten Gebilde der Natur erhebt, ist ihr Skelett. Es besteht bei den Acantharien aus Strontiumsulfat, bei den übrigen Radiolarien aus Kieselsäure. Die Formenfülle dieser nur unter dem Mikroskop sichtbaren und vor seiner Erfindung von keinem Lebewesen geschauten Gebilde ist nicht in gleicher Weise erklärbar wie die Trachten höherer Tiere, die gesehen werden und der Geschlechterfindung, der Artunterscheidung, der Warnung oder der Tarnung dienen. Ein Verständnis muß hier von anderen Sachverhalten ausgehen, die wir vorläufig noch nicht kennen. Mehr als Worte mag unsere Tafel auf Seite 94 einen Begriff von dem zierlichen Filigran dieser Gehäuse geben, von denen man über fünftausend lebende und etwa tausend vorweltliche Arten unterscheidet. Weiten Kreisen bekannt wurde diese von dem Jenaer Zoologen Ernst Haeckel in seinem Radiolarienwerk dargestellte Zaubervelt durch sein Tafelwerk »Kunstformen der Natur«. Die Skelette abgestorbener Radiolarien sinken auf den Meeresgrund hinab und bilden heute den »Radiolarienschlamm«, der im östlichen Pazifischen Ozean nördlich des Äquators einen von Ost nach West gestreckten Gürtel von einer Dreiviertelmillion Quadratkilometer bildet. Auch Meeresablagerungen aus dem Alttertiär (Eozän vor rund vierzig Jahrmillionen) auf den Antilleninseln Barbados und Haiti bestehen fast ausschließlich aus Radiolarienskeletten. Als Rohmaterial und als fertige Streupräparate sind sie käuflich und bieten

Wimpertierchen (Klasse Ciliata; s. S. 122):

1. *Vorticella nebulifera* (ein Glockentierchen; vgl. S. 129 u. Abb. S. 108)
2. *Paramecium aurelia* (ein Pantoffeltierchen; s. S. 124, 126, 127 u. vgl. Abb. S. 103)
3. *Stentor polymorphus* (das Vielgestaltige Trompetentierchen; s. S. 130)
4. *Entodinium caudatum* (das Geschwänzte Pansenwimpertierchen)
5. *Trichodina pediculus* (die Polypenlaus von unten; s. S. 129)
6. *Diplodinium denticulatum* (ein sechszähniges Pansenwimpertierchen)

Ordnung
Radiolarien oder
Strahlentierchen

▷▷
Entwicklungskreis eines
Wechselfieber-Erregers
(*Plasmodium vivax*;
s. S. 120).

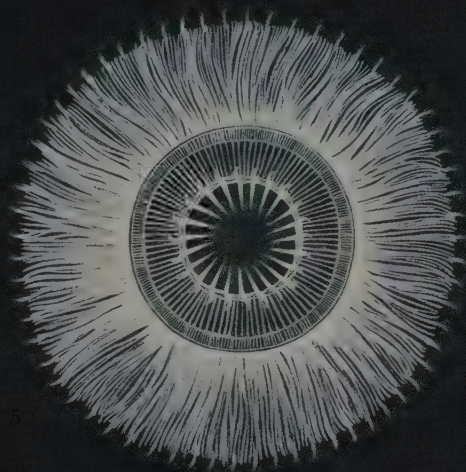
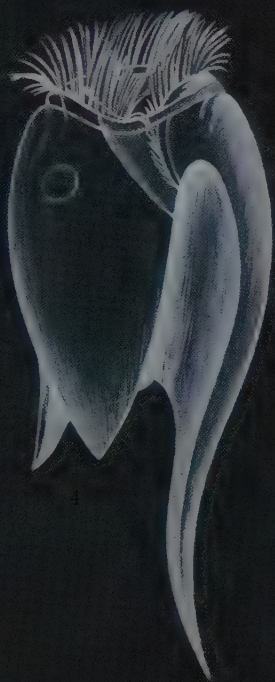
Oben: in der Fiebermücke
Anopheles.

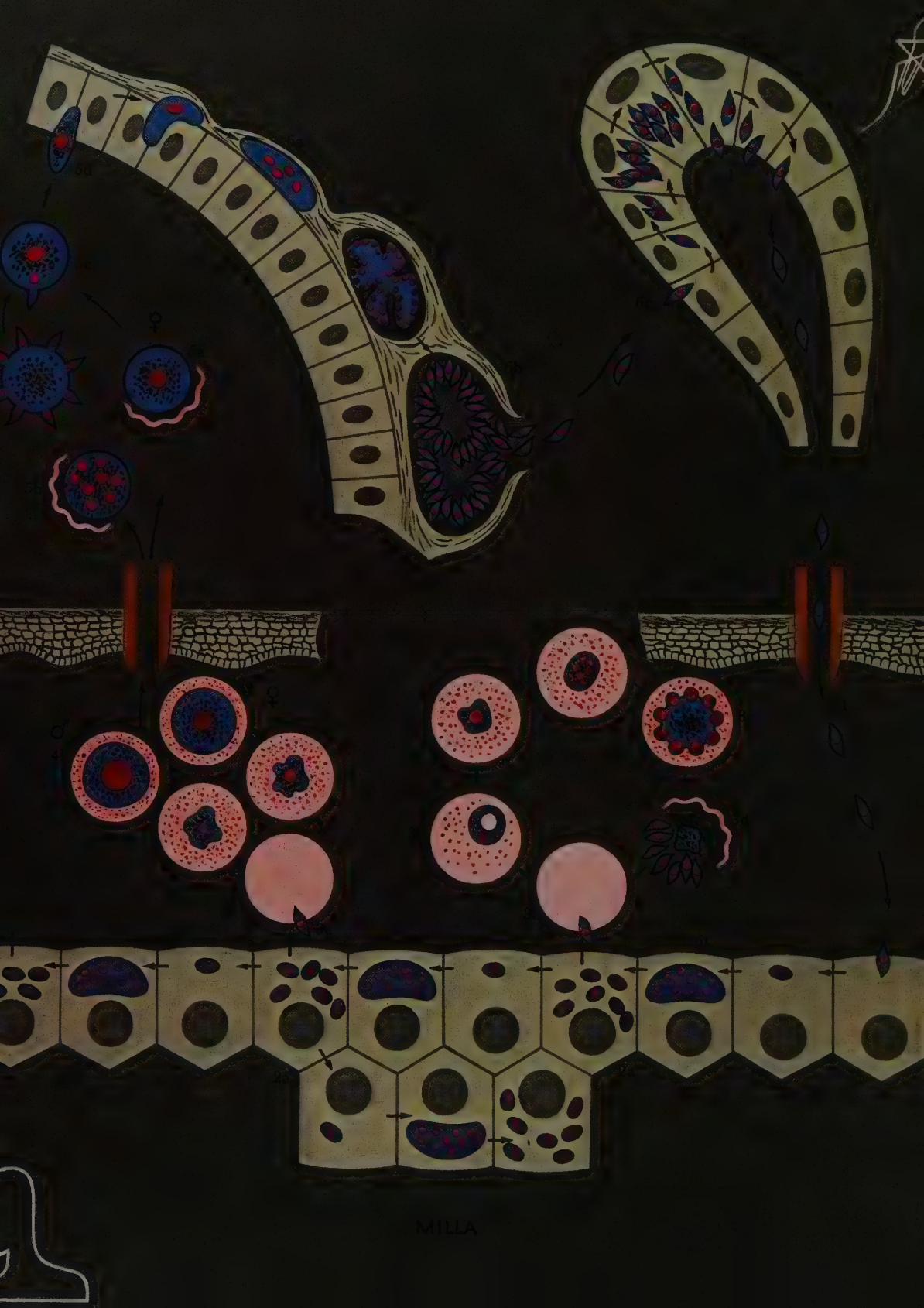
Mitte: Fiebermücke sticht
den Menschen.

Unten: im Menschen.

A Befallene Mücke sticht
gesunden Menschen.

Fortsetzung Seite 115





MILLA

Fortsetzung von Seite 112

1 Die den Menschen befallende Form: der Sporozoit im Mückenspeichel.

2 »Schizogonie« in den Leberzellen: Eindringen des Sporozoiten (2a) oder Merozoiten (2a'), seine Vermehrung durch Teilung in Merozoite (2b).

3 »Schizogonie« in den roten Blutkörperchen: Eindringen des Merozoiten (3a), Ringform und Wachstum (3b), Vermehrung durch Teilung (3c), Freiwerden beim Zerfall des roten Blutkörperchens (Fieberanfall! 3d).

4 »Gametogonie« im menschlichen Blut: Bildung der ♀♀ Makrogametocyten (4a) und der ♂♂ Mikrogametocyten (4b).

B Gesunde Mücke sticht befallenen Menschen.

5 Fortsetzung der »Gametogonie« im Mückenspeichel: ♀♀ Geschlechtstiere (Makrogameten, 5a) durch Wachstum, ♂♂ Mikrogameten (5b) meist acht durch Teilung. Vereinigung (Copulation) eines ♂ mit einem ♀ Gameten zum Ookinet (5c), der die Magenwand durchdringt (5d). Durch Vereinigung der beiden Kerne Verdoppelung der Kernschleifen. 6 »Sporogonie« auf dem Mückenspeichel: Nach ersten beiden Teilungsschritten (Reifeteilung) wieder einfache Kernschleifenzahl (6a), weitere Vermehrung durch Teilung zu zahlreichen Sporozoiten (6b), die in die Speicheldrüsen der Mücke (6c) und von hier in den Mückenspeichel (1) wandern. Fortsetzung unter A.

dem Freund der Mikroskopie eine schier unerschöpfliche Quelle der Freude am Schauen und Staunen.

Die Radiolarien ernähren sich teils von kleinen Schwebewesen, die an ihren strahlen- und netzförmig ausgebreiteten Scheinfüßchen hängenbleiben, teils aber auch durch die Symbiose (S. 53) mit gelblich-braunen Algen, den »Zooxanthellen«. Auch als Schwebeeinrichtung dienen die Scheinfüßchen, dazu die Stacheln des Gehäuses. Dieses selbst ist schwerer als das Wasser; als Ausgleich enthält der Zellkörper Öltröpfchen, die leichter sind als Wasser. Radiolarien vermögen ihr spezifisches Gewicht zu regeln: gleicht es dem des umgebenden Wassers, so schweben sie in ihm, ist es höher, so sinken sie, ist es geringer, so steigen sie. Auf diese Weise schwimmen sie bei ruhigem Wetter meist nahe der Oberfläche, die ihren Zooxanthellen das lebensnotwendige Licht bietet. Bei zu großer Wärme und bei bewegter See sinken sie in größere Tiefe ab. Die Fortpflanzung der Radiolarien ist nur lückenhaft erforscht. Die Regel ist wahrscheinlich eine Vielfachteilung in zweigeißelige Schwärmer, die ausschwärmen und heranwachsen; doch darüber ist wenig bekannt, da sich das offenbar in größeren Meerestiefen abspielt. Auch Vermehrung durch Zweiteilung wurde beobachtet. Aus Ähnlichkeit der Schwärmer mit Panzergeißlern (s. S. 97) schloß man die stammesgeschichtliche Herkunft der Radiolarien aus diesen Geißelträgern. Man kann sich aber bei solchen Beobachtungen auch leicht täuschen: Radiolarien sind nicht selten von schmarotzenden Panzergeißlern (Gattung *Merodinium*) befallen, deren ausschwärmende Stadien für die Schwärmer der Radiolarien gehalten werden können.

Die SPORENTIERCHEN (Klasse Sporozoa) sind durchweg Schmarotzer in anderen Lebewesen. Einstmals vereinte man in dieser Klasse neben Formen, die sich im Wechsel geschlechtlich und ungeschlechtlich vermehren, auch jene, die in Anpassung an ihre Lebensweise zur ausschließlich ungeschlechtlichen Vermehrung übergingen und die daher untereinander und zu anderen Gruppen keine nähere Verwandtschaft erkennen lassen. Mit K. G. Grell beschränken wir hier die Klasse auf die beiden Ordnungen der GREGARINEN (Gregarinida) und der KOKZIDIEN (Coccidia), die eine verwandtschaftliche Einheit bilden, und lassen die anderen Gruppen im Anhang folgen.

Die Geschlechtsvorgänge der Sporentierchen bestehen in der Bildung männlicher und weiblicher Geschlechtsmutterzellen (Gamonten), aus denen männliche und weibliche Geschlechtszellen (Gameten) hervorgehen. Wir bezeichnen dies als »Gamogonie« (vom griechischen γάμος = Ehe und γονή = Erzeugung). Nach Vereinigung der Geschlechtszellen zur Zygote (vom griechischen ζυγόν = Joch, Verschmelzung), die dem befruchteten Ei entspricht, beginnt eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung (»Sporogonie«). Aus ihr gehen die in Sporen eingeschlossenen Sporozoite (Sichelkeime) hervor; sie dienen der Übertragung auf neue Wirte. Hier setzt wieder eine ungeschlechtliche Vermehrung ein, die nunmehr der Vervielfältigung im Wirt dient: die »Schizogonie« (vom griechischen σχίζω = ich spalte). Diese drei Vermehrungsweisen treten bei allen Sporentierchen auf, doch in den einzelnen Gruppen in sehr verschiedener Weise. Dabei findet die Reduktionstei-

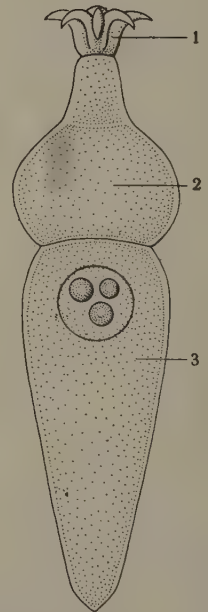
lung (s. S. 38) stets zu Beginn der Sporogonie statt, so daß lediglich während der kurzen Zeit des Zygotenstadiums der zweifache Chromosomensatz vorhanden ist.

Als erster Ordnung wenden wir uns den GREGARINEN (Gregarinida) zu, deren Geschlechtsmutterzellen in beiden Geschlechtern durch Teilung eine große Zahl von Geschlechtszellen liefern. Zudem vereinigen sich hier bereits zwei Geschlechtsmutterzellen (Gamonten). Die Sporogonie erzielt eine nur geringe Vermehrung, da sich die Zygote mit der Sporenwandung umgibt und dann lediglich acht Sporozoite hervorbringt. In der Unterordnung der Schizogregarinida führt die Schizogonie im neuen Wirt zu starker Vermehrung der Schmarotzer. Bei den Eugregarinida dagegen ist anstelle dieser Vermehrung ein Riesenwachstum getreten, schließlich legen sich die großen Gregarinen paarweise aneinander, sie bilden eine »Syzygie«, in der die beiden Kerne sich in viele teilen. Jeder von ihnen umgibt sich mit einem Anteil des Protoplasmas und wird so zur Geschlechtszelle. Die trennende Zwischenwand der Syzygie löst sich, und je eine Geschlechtszelle vereinigt sich mit einer anderen des Partners. Alle Gregarinen sind Schmarotzer in Wirbellosen.

Weitaus die meisten Gregarinen zählen zur Unterordnung der GREGARINEN I. E. S. (Eugregarinida), deren Schizogonie durch Wachstum ersetzt ist. Bei einem Teil dieser Gruppe ist der Zellkörper einheitlich, bei anderen durch eine Scheidewand in einen vorderen »Protomerit« und einen hinteren »Deutomerit« unterteilt. Schließlich kann der Protomerit noch einen der Verankerung dienenden vordersten »Epimerit« tragen. Zu den Gregarinen mit ungeteiltem Körper gehört die Gattung *Monocystis*, die man in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen fast stets in unseren Regenwürmern antrifft. Ein durch Chloroform getöteter Regenwurm wird rückseitig so geöffnet, daß die im zehnten bis zwölften Körperring gelegenen Samenblasen freiliegen. Ihr Inhalt zeigt unter dem Mikroskop die ganze Entwicklung und vor allem im Frühjahr auch die ausgewachsenen Gregarinen selbst. Man sieht in Paarung aneinanderliegende Gregarinen (»Syzygien«), die sich mit einer Hülle umgeben, ferner Syzygien, in denen sich die Kerne der beiden Partner in viele kleine Kerne geteilt haben und die Scheidewand zwischen den beiden geschwunden ist. In einem noch späteren Stadium befinden sich die von beiden Partnern stammenden Geschlechtszellen am Rande der Zyste, während in ihrer Mitte ein Restkörper aus Protoplasma übrigbleibt. Die sich paarweise vereinigenden Geschlechtszellen umgeben sich nun mit einer schiffchenförmigen Sporenhülle, sie ist der Kieselalge *Navicula* ähnlich und heißt daher »Pseudonavicelle« (die »falsche Navicula«). Die Zysten voll solcher »Schiffchen« sind das auffallendste in unserem Präparat. In ihnen findet nun in drei Teilungsschritten die Sporogonie statt, aus der also acht »Sichelkeime« hervorgehen, ein Vorgang, der sich leider wegen der einheitlichen Lichtbrechung des Sporenhaltendes der Beobachtung im Leben entzieht. Bei einigem Glück, vor allem im Frühjahr, sieht man aber die *Monocystis*-Gregarinen selbst mit ihrer merkwürdigen Bewegungsweise. Sie ziehen ihre Körperhülle in schnellem Wechsel vorn und hinten zusammen, so daß der Inhalt abwechselnd nach hinten und dann wieder nach vorne gepreßt wird, ein höchst

Klasse
Sporentierchen

Ordnung
Gregarinen



Corycella armata. Ganze Zelle (Gamont): 1 Epimerit, 2 Protomerit, 3 Deutomerit.

Regenwurm- Gregarinen

fesselndes Schauspiel! Manche freien Gregarinen sind oberflächlich von dünnen Fäden umgeben, den Samenfäden des Regenwurms. Andere sehen ihnen zwar ähnlich, aber ihre Fäden sind Bildungen der eigenen Zelloberfläche. Auch die verschiedene Größe der schiffchenförmigen Sporen verrät uns, daß in einer Samenblase meist mehrere Gregarinenarten nebeneinander leben. Das ist leicht möglich, weil der Gemeine Regenwurm (s. 12. Kap.) neun Arten dieser Schmarotzer besitzt und der ebenfalls häufige *Lumbricus rubellus* sogar vierzehn. Bei der großen Artenzahl und der Häufigkeit der Regenwurm-Gregarinen stellt sich natürlich die Frage, wie diese Schmarotzer in die Samenblasen hineingelangen. Die Wissenschaft hat sie noch nicht eindeutig beantwortet. Und wie gelangen die Sporen wieder aus dem Regenwurm heraus? Einmal natürlich nach seinem Tode, wenn er sich zersetzt. Man findet aber zuweilen die hintersten Ringe prall mit Sporen gefüllt. Sie können abgeschnürt werden und zerfallen dann. Aber auch hier bleibt die Frage unbeantwortet, wie die Sporen aus den Samenblasen nahe dem Vorderende in die hinteren Ringe gelangen. Dem Forscher von unseren häufigsten Tieren aufgebene, noch immer ungelöste Rätsel.

Die mit einem der Verankerung dienenden Epimerit ausgestatteten Gregarinen sind Darmbewohner und sitzen zumindest in ihrer Wachstumszeit den Darmzellen auf. Bei den meisten dieser Tiere ist der Körper durch eine Querwand in einen Protomerit und einen Deutomerit unterteilt. Ihre Wirte sind äußerst mannigfaltig: Glieder- und Igelwürmer, Spinnentiere, Krebse, Hundert- und Tausendfüßer, Insekten und Weichtiere. Vor allem in Insektenmägen sind Gregarinen häufig; so wird man *Gregarina blattarum* in Haus- und Küchenschaben selten vergebens suchen. Sie stehen nicht jedem zur Verfügung, wohl aber die als Futter in Tierhandlungen käuflichen Larven des Mehlkäfers, die Mehlwürmer. Sie beherbergen im vorderen Mitteldarm *Gregarina cuneata* (L 0,35 mm), kenntlich an der Einschnürung zwischen Protomerit und Deutomerit, die ebenso große, jedoch zylindrische *Gregarina polymorpha* im hinteren Abschnitt des Mitteldarms und hier wie im Mittelabschnitt die hinten zugespitzte *Gregarina steini* (L 0,15 mm). Unter dem Mikroskop kann man die eigenartige Bewegungsweise dieser Gregarinen schön beobachten, die eine völlig andere ist als das heftige Pulsen der *Monocystis*: Ohne sichtbare Veränderung der Gestalt gleiten sie dahin. Beobachtet man sie in einer Aufschwemmung von Tuscheteilchen, so erkennt man, daß die Gregarine nach hinten einen Schleimzylinder abscheidet. Einst vermutete man, daß sie sich an ihm vorwärts schiebt; dieser Deutung steht aber entgegen, daß die Schleimspur mit dem gleitenden Tier mitwandern kann. Man nimmt aus diesem Grund heute eher an, daß die Gleitbewegung durch feinste Wellen der oberflächlichen Protoplasmaschicht zustande kommt.

Betrachtenswert sind auch die Sporenzysten dieser Gregarinen: Sie besitzen ringsherum Ausführungsgänge (Sporengänge oder Sporoducte), die anfänglich in das Innere der Zyste eingestülpt sind. Wenn die Hüllschicht der Zyste sich zusammenzieht, stülpen sich die Sporengänge nach außen und entleeren die Sporen. Diese Sporengänge entstehen aus dem Restprotoplasma, das bei der Gametenbildung übrigbleibt.

Die zweite der beiden Sporentierchen-Ordnungen sind die KOKZIDIEN i. w. S. (Coccidia). Von den Gregarinen unterscheiden sie sich vor allem dadurch, daß sich in der Gamogonie nur die männlichen Geschlechtsmutterzellen, die Gamonten oder Gametozyten, noch vermehren und mehrere — meist acht kleine — Geschlechtszellen (Mikrogameten) liefern, während die weiblichen Geschlechtsmutterzellen sich ohne Teilung in große Makrogameten verwandeln. Während die Gregarinen als Wirbellosen-Schmarotzer wirtschaftlich und gesundheitlich keine Bedeutung haben, befindet sich unter den Kokzidien eine Anzahl von gefürchteten Krankheitserregern des Menschen und seiner Haustiere. Sie gehören den SCHIZOKOKZIDIEN (Unterordnung Schizococcidia) an und weisen eine Schizogonie auf. Einige wenige Schmarotzer, deren Sporozoite im neuen Wirt ohne weitere Vermehrung (Schizogonie) zu Geschlechtsmutterzellen werden, leben in Gliederwürmern des Meeres und werden in der Unterordnung der EUCCOCIDIA zusammengefaßt.

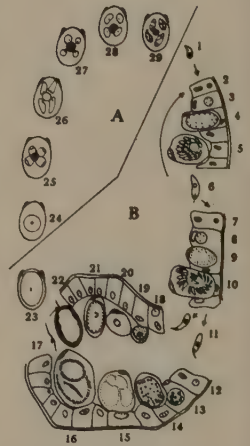
Unter den SCHIZOKOKZIDIEN befinden sich die zahlreichen Erreger der »Kokzidiosen« unserer Haustiere. Sie gehören der Familie der EIMERIDEN (Eimeridae) und hier vor allem den Gattungen *Eimeria* und *Isospora* an. Beide unterscheiden sich durch ihre Sporogonie: Die im Kot des erkrankten Tieres abgehenden »Oozysten« (Eikapseln) enthalten bei *Eimeria* nach der Reifung vier Sporen mit je zwei Sporozoiten und bei *Isospora* zwei Sporen mit je vier Sporozoiten. *Eimeria stiedae* in der Leber erzeugt die Kaninchen-Kokzidiose; *Eimeria tenella* in den Blinddärmen und andere *Eimeria*-Arten im Dünndarm sind die Erreger der weitverbreiteten und gefürchteten Geflügel-Kokzidiose; *Eimeria zuerni* ist der Erreger der »roten Ruhr« der Rinder. *Isospora*-Arten schmarotzen vorwiegend in Singvögeln, aber auch in Raubtieren, vor allem Hund und Katze; selbst als Schmarotzer des Menschen wurden zwei *Isospora*-Arten ermittelt.

Ein einzelliger Schmarotzer auch des Menschen von bisher rätselhafter Stellung im System ist nunmehr den Kokzidien anzureihen: *Toxoplasma gondii*, der Erreger der Toxoplasmose des Menschen, zahlreicher Säuger und einiger Vögel. Das Tier wurde schon im Jahre 1908 in dem zu den Nagetieren gehörenden nordafrikanischen Gundi (s. Band XI, S. 289) entdeckt und nach ihm benannt. Aufsehen erregte es aber, als es sich als weitverbreiteter und durchaus nicht harmloser Schmarotzer des Menschen erwies, der Gehirn- und herdförmige Lungenentzündungen und — im Mutterleib auf das Kind übertragen — Wasserkopf und schwere Hemmungsmissbildungen vor allem der Augen bewirken kann. In der Mehrzahl der Fälle freilich läßt *Toxoplasma* den Menschen nicht erkranken. In dem großen Kreis der Wirte kannte man bisher nur eine ungeschlechtliche Vermehrung des Schmarotzers. Tierversuche ergaben, daß der Verzehr von Tieren, die von Toxoplasmose befallen sind, die Krankheit überträgt; damit blieb aber die weite Verbreitung beim Menschen und bei reinen Pflanzenessern (Rind, Schaf und manche Vögel) ungeklärt. Es mußte neben dieser Übertragung eine weitere durch freie Dauerformen vorhanden sein.

Anfangs verdächtigte man vor allem den Hund; doch bei ihm suchte man solche Dauerformen vergebens, fand aber ansteckende »Oozysten« im Kot *Toxoplasma*-befallener Katzen. Sie enthalten je zwei Sporen, die wiederum

Ordnung

Kokzidien i. w. S.



Lebenszyklus von *Eimeria stiedae* aus dem Darm des Kaninchens: A Entwicklung im Freien, B in den Epithelzellen des Darmes. 1 Sporozoit, 2–5 Schizogonie, 6 Merozoit, 7–10 erneute Schizogonie, 11 Merozoiten, 12–16 Entwicklung der Mikrogameten, 17 Mikrogamet, 18–20 Entwicklung der Makrogameten, 21 Makrogamet mit Eiweißkörnern, 22 Befruchtung, 23 Oozyste, 24 bis 29 Sporogonie (in der Oozyste bilden sich vier Sporen mit je zwei Sporozoiten).

je vier Sporozoite umschließen, sie gleichen daher den Dauerformen der Kokzidiengattung *Isospora*. Nun entdeckte man auch in der Schleimhaut des Katzendünndarms die lange gesuchten Stadien der geschlechtlichen Vermehrung, aus denen diese Oozysten hervorgehen. Also ist nach unseren derzeitigen Kenntnissen allein die Katze der »Endwirt«, der die Geschlechtsformen beherbergt und der die Dauerformen ausscheidet. Alle anderen Wirte sind »Zwischenwirte«, in denen sich der Schmarotzer nur ungeschlechtlich vermehrt und die ihn lediglich als Beutetiere auf Rohfleischesser übertragen, ihn aber nicht als Dauerform im Kot ausscheiden. Unter ihnen ist die Maus für die Katze die wichtigste Quelle der Ansteckung. Da sich die reinlichen Katzen wohl nie am Kot anderer Katzen oder gar durch Genuß von Katzenfleisch infizieren, liegt hier zwischen Katze und Maus wohl in der Regel ein Wirtswechsel vor, wobei die Geschlechtsformen des *Toxoplasma* eng an eine oder doch weniger Wirtsarten gebunden sind als die ungeschlechtlichen Formen mit weitem Wirtskreis. Ein Vergleich mit der Bohnenlaus und der Pfirsichblattlaus (s. Band II, S. 204) mit einem einzigen »Erstwirt« und zahllosen »Zweitwirten« liegt nahe.

Erreger der Malaria

Wenn schon zu den Arten aus der Familie der Eimeriden höchst gefährliche Krankheitserreger gehören, so sind einige Angehörige der HÄMOSPORIDEN (Familie Hämosporidae) für den Menschen eine weit größere, ja weltweite Gefahr: die Erreger der Wechselfieber (Malaria) aus der Gattung *Plasmodium*. Sie sind Schmarotzer der Gewebe und des Blutes; eine Übertragung von Wirt zu Wirt über den Kot und die Nahrung wie bei den Eimeriden ist ihnen nicht möglich. Hierfür bedienen sie sich eines weiteren Wirtes, einer blutsaugenden Stechmücke der Gattung *Anopheles* (s. Band II, S. 48 und 377), in die nun auch die Gamogonie und die Sporogonie verlegt sind. Freilich sind die Sporenkapseln, welche die Sporozoite umhüllen, nun entbehrlich, da für die Keime bei der unmittelbaren Übertragung von der Mücke zum Menschen keine Gefahr des Austrocknens besteht. Deshalb sind die Plasmodien »Sporentierchen ohne Sporen«. Ihr Entwicklungsgang ist in Band II, S. 49 u. 53 sowie in der Abbildung auf Seite 114 dargestellt. Wir beschränken uns hier darauf, ihr weiteres Schicksal im Menschen zu verfolgen.

Beim Blutsaugen einer weiblichen Mücke (die männlichen Mücken ernähren sich nur von Pflanzensäften) gelangen zusammen mit dem Mückenspeichel die Sichelkeime (Sporozoite) in das Blut und werden mit seinem Strom zur Leber getragen. Hier beginnt ihre ungeschlechtliche Vermehrung (Schizogonie) in den Leberzellen. In ihnen wachsen sie heran, und ihr ursprünglich in Einzahl vorhandener Kern teilt sich in viele Kerne. Um jeden von ihnen sammelt sich ein Teil Protoplasma, so daß zahlreiche Tochterzellen (Merozoiten) entstehen. Das spielt sich zuerst nur in den Leberzellen, später aber auch in den roten Blutkörperchen ab. Die aus ihnen beim Verfall frei werdenden Merozoiten befallen neue rote Blutkörperchen und setzen so die Schizogonie fort. Daneben aber werden Merozoite, die in Blutkörperchen eingedrungen sind, ohne sich hier vorerst zu teilen, zu Geschlechtsmutterzellen (Gamonten) beiderlei Geschlechts. Sie können sich aber erst weiterentwickeln, wenn sie bei einem erneuten Fiebermückenstich in den Mückendarm (fälschlich Magen genannt) gelangen. Über ihr weiteres Schick-

sal, die Gamogonie und Sporogonie, berichtet Band II, S. 49. Diese Vorgänge in der Mücke bis zur Übertragung der gereiften Sichelkeime (Sporozoite) in das Blut eines weiteren Menschen benötigen eine Zeit, die von Temperatur und Malariaart abhängt. Bei *Plasmodium vivax* (Abb. S. 114) haben sich bei vierundzwanzig Grad Celsius in etwa zehn Tagen in der Mücke infekionsfähige Sporozoite entwickelt. Sechzig Tage nach der Ansteckung mit dieser Art sind die Schmarotzer abgestorben; die Mücke kann die Krankheit also nicht über unbegrenzte Zeiträume übertragen. Die meisten Mücken leben allerdings nicht so lange. Bei zu niedriger Temperatur findet in der Mücke keine Entwicklung statt; daraus erklärt es sich, daß Malaria vorwiegend in wärmeren Ländern auftritt.

Der Name »Malaria« (»schlechte Luft«) für die von Plasmodien hervorgerufenen Krankheiten geht auf den alten Glauben zurück, ihre Ursache seien giftige Lüfte aus den Sümpfen. Der deutsche Name »Wechselfieber« kennzeichnet die Krankheit treffender: Bei Befall mit *Plasmodium vivax* und *Plasmodium ovale* ist jeder zweite Tag, bei Befall mit *Plasmodium malariae* jeder dritte Tag ein Fiebertag. Unter Einbeziehung des letzten Fiebertages sind das also drei und vier Tage. Man spricht daher vom »Dreitagesfieber« mit dem 48-Stunden-Rhythmus (»Tertiana«) und dem »Viertagesfieber« mit dem 72-Stunden-Rhythmus (»Quartana«). Das von *Plasmodium falciparum* erzeugte »Tropenfieber« (»Tropica« oder »Perniciosa« = die Gefährliche) hat einen Entwicklungskreis im Blut von 40 bis 48 Stunden und erstreckt sich jeweils über eine längere Zeit. Aber nicht nur hierdurch wird die Tropica so gefährlich. Die Vermehrung der Keime im Blut findet vor allem in den Gefäßen der inneren Organe statt; hier verkleben die befallenen Blutkörperchen mit den Gefäßwänden und untereinander, so daß sie die Gefäße verstopfen. Vor allem im Gehirn und im Herzmuskel wirkt sich dies für das Leben des Kranken höchst bedrohlich aus. Bei Erstansteckung an zwei aufeinanderfolgenden Tagen kann das Fieber ohne Unterbrechung andauern (»Kontinua«). Auch bei der Tertiana und Quartana kommt es zu täglichen Fieberanfällen, wenn sich die Entwicklungskreise aus mehreren Ansteckungen überdecken, aber auch bei einmaliger Ansteckung.

Ein Fieberanfall tritt jedesmal dann auf, wenn ein Zyklus der ungeschlechtlichen Vermehrung im Blut (erythrocytäre Schizogonie) beendet ist und die entstandenen Merozoiten frei werden. Er ist die Reaktion des Kranken auf den Zerfall der roten Blutkörperchen und die damit freigesetzten Stoffwechselprodukte der Schmarotzer. Um die Regelmäßigkeit des Fieberablaufs zu verstehen, muß man wissen, daß die Vermehrung der Schmarotzer im Blut zeitlich aufeinander, das heißt synchron abgestimmt ist: Die Teilung der Plasmodien in den roten Blutkörperchen findet also gleichzeitig statt. Das ist freilich nicht von Anfang an der Fall; die ersten Fieberanfälle verlaufen unregelmäßig, und erst der Tagesrhythmus des menschlichen Stoffwechsels zwingt den Schmarotzer allmählich auf gleichen Schritt.

Sind die Fieberanfälle einer Tertiana oder Quartana abgeklungen, so ist damit die Erkrankung noch keineswegs überwunden: Die Formen in der Leber und möglicherweise auch in den Blutgefäßen der inneren Organe können noch Monate oder gar Jahre überdauern und gelegentlich von neuem Anfälle

Wechselfieber



Heutige Verbreitung der Malaria.

auslösen. Diese Überlebensdauer beträgt für den Erreger des Dreitagefiebers etwa zwei Jahre, für den des Viertagefiebers aber Jahrzehnte. Nur der Erreger der Tropica verursacht keine Rückfälle (Rezidive).

Ob eine Wechselfiebererkrankung vorliegt, stellt der Arzt durch eine Blutuntersuchung unter dem Mikroskop fest. Die Zahl der Schizonten in einem Blutkörperchen, die Form der Geschlechtsmutterzellen und die in den Blutzellen auftretende Tüpfelung geben ihm Auskunft, ob es sich um die Tertianaria oder die Quartana handelt. Bei der Tropica findet man dagegen im Blut der Oberfläche gewöhnlich nur Geschlechtsformen und junge ungeschlechtliche Formen, die sogenannten Ringformen.

Die Malaria ist zweifellos eine der verheerendsten Seuchen der Menschheit. Noch kurz nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Zahl der in einem Jahr angesteckten Personen auf 350 Millionen geschätzt und die der durch sie verursachten Todesfälle auf 3,5 Millionen. Oft und gewaltig griff sie auch in die Geschichte ein. Der Forscher auf dem Gebiet der Tropenkrankheiten E. Martini schrieb: »... wie tief die Malaria in die politischen Verhältnisse Italiens eingriff, indem sie die Heere der deutschen Kaiser immer wieder aufrieb, und wie an der Unmöglichkeit sein Heer den Fiebern der Küstenebene auszusetzen die letzten militärischen Unternehmungen Konradins scheiterten, so daß die Malaria eine der Hauptursachen für den Zusammenbruch der Staufermacht in Italien war. Es klingt wie ein Heldenlied vom gewaltigen Ringen der Malaria mit den Gebietern der Erde.«

Antimalariamittel

Diese Geißel der Menschheit zu bekämpfen ist heute eine noch immer vordringliche Aufgabe, die auf verschiedenen Ebenen angepackt wird. Es gibt heute eine ganze Anzahl Drogen, die der Heilung dienen; unter ihnen ist das Chinin aus der Rinde des Fiebertindenbaumes die älteste, da die Heilwirkung dieser Rinde schon den Inkas bekannt war. Heute ist das Chinin von wirksameren und dem Menschen weniger schädlichen Stoffen weithin verdrängt, so vom Resochin und Paludrin. Reisende, die malariaverseuchte Gebiete besuchen, nehmen solche Antimalariamittel auch zur Vorbeugung ein. Mückennetze mit enger Maschenweite um die Schlafstellen und vor den Fenstern schützen des Nachts vor den Stichen der Fiebermücken. Die wesentlichsten Maßnahmen der Bekämpfung richten sich aber gegen die Mücken selbst und ihre Larven, die »Mückenbrut«. Mückenlarven leben im Wasser; die Trockenlegung ihrer Wohnwässer ist daher am wirkungsvollsten. Im Reisanbau kann auf die Gewässer nicht verzichtet werden, doch schädigt ein mehrmaliges kurzfristiges Trockenlegen der Reisfelder die Reispflanzen nicht, verhindert aber die volle Entwicklung der Mückenbrut. Ein dünner Ölfilm auf den Gewässern tötet die Mückenlarven und Mückenpuppen, die zur Atmung an die Oberfläche steigen, zugleich aber auch viel sonstiges Insektenleben.

Als gute Vertilger von Mückenlarven bewähren sich manche Lebendgebärer unter den Zahnkarpfen, so vor allem einige Gambusen (s. Band IV, S. 467). Erfolgreich war die Mückenbekämpfung in vielen Gebieten mit DDT und anderen Mitteln, doch haben sich diese Berührungsgifte (Kontaktinsektizide) als ein so zweischneidiges Schwert erwiesen, daß sie inzwischen in vielen Staaten verboten wurden.

Eine gezielte Bekämpfung der Fiebertücken unter Schonung der übrigen Tierwelt und ohne ein letztes Ende alle treffende Vergiftung ist anzustreben. Wege hierzu sind bereits gewiesen, doch ist die Lebensweise der die Malaria übertragenden Fiebertückenarten sehr verschieden, und von Gegend zu Gegend ist die Überträgerin eine andere Art (oder auch andere Arten). Eine gründliche Erforschung der jeweiligen Verhältnisse durch den Fachmann ist gerade hier die unabdingbare Voraussetzung eines Erfolges.

Die WIMPERTIERE (Klasse Ciliata) tragen zahlreiche Wimpern (Zilien; vom lateinischen *cilium* = Wimper). Nur die Saugtierchen (Suctoria; s. S. 131) sind ausgewachsen unbewimpert, doch tragen ihre Jugendformen (Schwärmer) ebenfalls noch Wimpern. Ihrem Bau nach gleichen sich Wimpern und Geißeln; demnach bestände zwischen den Wimpertieren und den vielgeißeligen Geißelträgern (Polymastigina; s. S. 101, und Opalinina; s. S. 103) keine scharfe Grenze, wenn die Wimpertiere nicht noch eine Besonderheit ihres Kernes kennzeichnete: Die zweifache Aufgabe des Zellkernes — die Regelung der Lebensabläufe und die Bewahrung des Erbgutes — verteilt sich hier auf zweierlei Kerne. Der ersten Aufgabe dienen die »Großkerne« (Macronuclei), die von sehr verschiedener Gestalt sind, der zweiten die kugelförmigen »Kleinkerne« (Micronuclei). Diese Arbeitsteilung der Kerne innerhalb einer Zelle entspricht der Arbeitsteilung der »Körperzellen« und der »Keimzellen« der Vielzeller.

Klasse
Wimpertiere

Wie die anderen Einzeller, so vermehren sich die Wimpertiere durch »Teilung« in zwei gleiche Nachkommen oder durch »Knospung« eines kleineren Nachkommen aus einem größeren. Dieser Vorgang ist ungeschlechtlich; man spricht daher von »ungeschlechtlicher Fortpflanzung und Vermehrung«. Geschlechtliche Vorgänge, die wir bei den Pantoffeltierchen (s. S. 123) näher kennenlernen werden, begegnen uns hier als »Konjugation«. Im Gegensatz zur »Kopulation« (nicht zu verwechseln mit der Kopulation = Begattung bei Vielzellern) endet sie mit der Trennung der Partner; so werden aus zweien wieder zwei. Bei der Kopulation dagegen verschmelzen die zwei Partner auf die Dauer. Konjugation und Kopulation sind »geschlechtliche Fortpflanzung«, da aus ihnen Tiere mit anderer Erbmasse, also neue Wesen (»Individuen«) hervorgehen.

Konjugation
Kopulation

Die Wimpertiere werden auch »Aufgußtierchen« oder »Infusorien« genannt, da man sie zuerst in »Aufgüssen« oder »Infusionen« von Heu, Gras oder Erde kennenlernte. Das ist auch heute noch der beste Weg, aus eigener Anschauung ihre Bekanntschaft zu machen, allerdings erfordert ihre Kleinheit die Verwendung eines Mikroskops. Dabei geht man folgendermaßen vor:

Ein viertel Liter nichtgechlortes Wasser wird mit einer Handvoll Heu, mit zehn bis zwanzig Weizenkörnern oder mit etwas Gras gekocht. Nach einigen Tagen, wenn sich auf der Oberfläche eine »Kahmhaut« gebildet hat, wird etwas Gartenerde mit verrotteten Blättern und etwas Teichwasser mit einigen Wasserpflanzen dazugegeben. Nach wenigen Tagen entwickelt sich nun ein reiches Tierleben mit zahlreichen Wimpertieren verschiedener Arten, aber auch mit nackten und beschalteten Amöben, Geißelträgern und kleinen Vielzellern. Die Zusammensetzung dieser Kleintierwelt ändert sich mit dem Alter des Aufgusses. Während der ersten Tage überwiegen die kleinen Wim-

Die Pantoffeltierchen

pertieren, doch bald lösen sie große Mengen von PANTOFFELTIERCHEN (Gattung *Paramecium*; s. S. 128, Abb. S. 108 u. Klapptafel Abb. 14) ab. Wir bringen einen Tropfen voller Pantoffeltierchen auf ein Tragglass (Objektträger) und bedecken ihn mit einem Deckglas, dessen Ecken mit kleinen Plastilinfüßchen versehen werden. Die eilig durch unser mikroskopisches Gesichtsfeld jagenden Tierchen lassen noch keine Beobachtung zu. Mit einer Nadel drücken wir nun die vier Ecken des Deckglases über den Plastilinfüßchen nacheinander immer dichter an das Tragglass heran, bis die Wimpertierchen ganz leicht gequetscht sind und nicht mehr fortschwimmen können. Nun lassen sie sich in allen Einzelheiten betrachten, ohne in ihrem Wimperschlag, dem Wandern ihrer Nahrungsbläschen, der Füllung und Entleerung ihrer pulsenden Bläschen (der »kontraktilen Vakuolen«; s. S. 90) behindert zu sein. Auch den Kleinkern, der oft in einer Bucht des Großkerns liegt, kann man bei günstiger Lage erkennen. Fesselnd ist es, den Weg eines einzelnen Nahrungsbläschens vom Zellmund durch das ganze Tier bis zum Zellafter zu verfolgen, ebenso das Wechselspiel der beiden pulsenden Bläschen, die hier beständige Bildungen sind.

Mit wenigen Hilfsmitteln lassen sich an Pantoffeltierchen einfache Versuche anstellen. Gibt man dem Tropfen ein wenig Essigsäure zu, so sterben die Pantoffeltierchen, stoßen aber zuvor noch zahlreiche fadenartige Gebilde aus ihrer oberflächlichen Protoplasmaschicht: die »Trichozysten«. Ihre Aufgaben sind im einzelnen noch ungeklärt, doch legt ihr Feinbau die Deutung als Organellen der Verteidigung nahe. Ihre Spitze ist nämlich pfeilartig gebaut, und man kann sich vorstellen, daß zahlreiche dieser Pfeile kleine Angreifer abwehren können. Das kann manchmal notwendig werden, denn selbst unter den Einzellern gibt es Arten, die auf andere Einzeller Jagd machen. Das NASENTIERCHEN (*Didinium nasutum*; Klapptafel Abb. 12) zum Beispiel verschlingt fast nur Pantoffeltierchen. Schwimmt es im Wasser umher und trifft auf ein Opfer, so heftet sich sein Vorderende fest und stößt giftige, den Trichozysten ähnliche Fäden in den Zelleib des Pantoffeltierchens, das hierdurch gelähmt wird. Schließlich zieht das viel kleinere Nasentierchen sein Opfer durch die mächtige Erweiterung seines Schlundes in sein Inneres hinein. Zwar wehrt sich das Pantoffeltierchen durch Ausstoßen einer dichten Schicht von Trichozysten, doch ohne Erfolg (keine Waffe im Tierreich gewährt völligen Schutz).

Ein anderer, einfacher Versuch ermöglicht uns ein genaues Beobachten der Nahrungsaufnahme und der »Kotentleerung«. Wird nämlich etwas Tusche oder feingeriebenes Karmin dem Tropfen mit lebenden Pantoffeltierchen zugesetzt, so sieht man deutlich das Zusammenballen der Teilchen am Zellmund, die Abschnürung eines Nahrungsbläschens, seine Wanderung auf festgelegter Bahn durch den Zelleib und schließlich das Ausstoßen des Unverdaulichen im Zellafter.

Auch die Wirkung des Wimperschlags läßt sich in dieser Aufschwemmung schön beobachten, da die mitgerissenen Teilchen die von den Wimpern erzeugte Strömung sichtbar machen.

Beobachtet man Pantoffeltierchen unter dem Mikroskop im Wassertropfen auf dem Tragglass, jedoch ohne Deckglas, so erkennt man, daß sie sich in Schraubenbahnen bewegen, die sich um eine geradlinige Achse winden. So



Schwimmbahn eines Pantoffeltierchens.

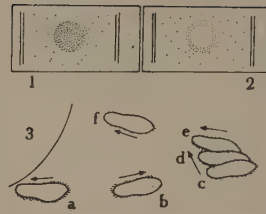
kommt schließlich doch eine geradeaus gerichtete Vorwärtsbewegung zustande. Stößt ein Pantoffeltierchen dabei auf ein Hindernis, so schwimmt es durch Umkehr des Wimperschlages zuerst ein Stück zurück, schwenkt dann das Vorderende in einer kegelförmigen Bahn zur Seite und schwimmt nun erneut vorwärts. Das wiederholt es so oft, bis es schließlich freie Bahn hat.

Ganz ähnliche »Vermeidungs«-Reaktionen erfolgen auf chemische Reize, was uns wieder ein einfacher Versuch zeigt: Ein Tropfen mit vielen Pantoffeltierchen wird auf dem Tragglass mit einem Deckglas mit Plastilinfüßchen so eingedeckt, daß die Tierchen sich noch frei bewegen können. Man gibt nun vom Rand her mit einer haarfein ausgezogenen Pipette unter die Mitte des Deckglases einen Tropfen verdünnter Essigsäure. Hat die Säure den für die Pantoffeltierchen günstigsten Verdünnungsgrad, so sammeln sie sich in ihrer Mitte an. Ist sie aber zu stark, so bilden sie um die Mitte einen Ring in der Zone, in der durch die Vermischung von Säure und Wasser die günstigste Verdünnung erreicht ist. Auf ihren Schraubenbahnen prallen sie vor der Zone zu starker Säure und vor der Zone zu starker Verdünnung zurück wie vor Wänden. Erwärmt man das Tragglass auf der einen Seite, so sammeln sich die Pantoffeltierchen in der Zone der ihnen angenehmsten Wärme. Auf Licht sprechen unsere farblosen Pantoffeltierchen (*Paramecium aurelia*, Abb. S. 113, und *Paramecium caudatum*) bei normalen Bedingungen nicht an.

Eine bemerkenswerte Ausnahme bildet das GRÜNE PANTOFFELTIERCHEN (*Paramecium bursaria*). Seine Grünfärbung verdankt es einzelligen grünen Algen (Zoochlorellen), die mit Hilfe des Sonnenlichts organische Verbindungen aufbauen und zugleich Sauerstoff liefern. In Symbiose (s. S. 53) mit diesen Algen kann das Pantoffeltierchen auch leben, ohne sich geformte Nahrung einzuverleiben, freilich nur bei Licht. Es hat daher das Lichtbedürfnis seiner Algen zu seinem eigenen gemacht und dem sein Verhalten angepaßt: In einem zur Hälfte abgedunkelten Gefäß sammeln sich die Grünen Pantoffeltierchen in der belichteten Hälfte an, zumindest wenn der Sauerstoffgehalt des Wassers nicht zu hoch ist.

Pantoffeltierchen können Reizen nicht nur durch das beschriebene Verhalten — Rückwärtsschwimmen, Seitwärtsdrehen, Vorwärtsschwimmen — ausweichen, sie können sich auch auf der Stelle drehen. Das wird dadurch ausgelöst, daß Reize an verschiedenen Abschnitten der Oberfläche eine unterschiedliche Tätigkeit der Wimpern auslösen. In einem Wasserstrom schwimmt das Pantoffeltierchen stromaufwärts, wenn die Strömung es nicht mitreißt. Bemerkenswert ist seine Reaktion auf Schwerereize: In mit Kohlensäure angereichertem Wasser schwimmt es nach oben (»negative Geotaxis«). Möglicherweise wird die Erdschwere durch den Druck der Einschlüsse in den Bläschen auf das Protoplasma des Zelleibes wahrgenommen. Diese Verhaltensweise mag den Tierchen von Nutzen sein, da sie es zur sauerstoffreicheren Wasseroberfläche führt. Unter natürlichen Verhältnissen bedeutungslos ist sicherlich das Verhalten der Pantoffeltierchen im elektrischen Feld: Sie schwimmen hier, je nach der Stärke des Feldes, zu einem Pol der Stromquelle, eine Folge der durch den elektrischen Strom einem Teile der Wimpern aufgezwungenen Schlagumkehr.

Merkwürdig beantworten die Pantoffeltierchen eine starke Anreicherung



Unterschieds- oder Schreckreaktionen des Pantoffeltierchens: 1. Ansammlung in einem Tropfen 0,02-prozentiger Essigsäure. 2. Ringformation um einen Tropfen höherer Säurekonzentration. 3. Beim Einwirken eines Reizes macht das Tier mit der Vorwärtsbewegung halt (a), schwimmt ein Stück weit rückwärts, indem die Cilien in entgegengesetzter Richtung schlagen (b), dann bleibt es stehen und führt eine Wendung aus (c, d, e); damit ist die Reaktion beendet, das Tier schwimmt wieder vorwärts (f).

des Wassers mit Sauerstoff: Die Schwimmgeschwindigkeit erhöht sich, und die Mehrzahl der Tiere schwimmt senkrecht teils nach oben (negative Geotaxis), teils nach unten (positive Geotaxis). Das schnelle Schwimmen wird, wenn überhaupt, dann immer in gleicher Stärke ausgelöst; es ist ein Beispiel für einen »Alles-oder-Nichts-Vorgang«, wie er vielen nervösen Abläufen eigen ist.

Eine weitere Verhaltensweise der Pantoffeltierchen beobachtet man in Wassertropfen, die feste Bestandteile enthalten: Oft liegen die Tierchen ihnen eng an. Diese »Anschmiegsreaktion«, die uns unter den Vielzellern bei vielen Bewohnern von Ritzen und Spalten begegnet, wird »Thigmotaxis« genannt.

Eine alte Frage ist, ob Einzeller bereits lernen können. Sie ist durchaus nicht abwegig, wenn man weiß, daß unter den Vielzellern ein Lernvermögen bei Strudelwürmern erwiesen ist (s. 8. Kap.), also schon in der Tierklasse, die unter den Zweiseitentieren am tiefsten steht. Dort zeigte es sich, daß das Gedächtnis etwas mit Ribonukleinsäuren zu tun hat, und sie sind auch in den Einzellern vorhanden. So hat es denn nicht an Dressurversuchen mit Einzellern gefehlt, und auch die Pantoffeltierchen zog man dazu heran. Zu eindeutigen Ergebnissen haben sie bis jetzt nicht geführt, obwohl neuere Untersuchungen ein Lernvermögen bei anderen Wimpertierchen wahrscheinlich gemacht haben. Mit dem Lernvermögen darf nicht die »Reizgewöhnung« verwechselt werden: Ein ständig wiederholter Reiz wird immer schwächer und schließlich überhaupt nicht mehr beantwortet. Reizgewöhnung gibt es auch bei Einzellern.

Pantoffeltierchen vermehren sich durch Querteilung in zwei gleichartige Tochtertiere. Bei manchen Wimpertieren sind die beiden Nachkommen ungleich groß; man spricht dann von einer »Knospung«. Der Zelleib durchschnürt sich, während der Groß- und der Kleinkern den Ablauf einer »Mitose« (s. S. 28) erkennen lassen, die für die Verteilung gleichen Erbgutes auf beide Tochterkerne sorgt. Im Großkern ist dieser Vorgang allerdings etwas abgewandelt.

Verwickelter als die Vorgänge in den Kernen während der Zweiteilung sind die während der Konjugation (s. S. 122), dem Befruchtungsakt der Wimpertiere. In Aufgüssen mit dichter Pantoffeltierchenbevölkerung trifft man ihn nicht selten an. Er beginnt damit, daß zwei äußerlich gleich erscheinende Tiere sich längsseits aneinanderlegen und daß ihre Zelleiber miteinander verschmelzen. Schon vorher stellten sie die Nahrungsaufnahme ein, nicht aber das Schwimmen. Hierin verhält sich das Paar nun wie ein einziges Wesen. Auch das Paar hat wie das Einzeltier ein festes Verhältnis zwischen der Zahl der Drehungen um die Längsachse und dem gleichzeitig zurückgelegten Weg, ebenso ändert sich das Schwimmverhalten gegenüber körperlichen und chemischen »Wänden«, das schnellere Schwimmen im sauerstoffangereicherten Wasser und das gesamte sonstige Verhalten nicht. In den Kernen jedoch gehen tiefgreifende Veränderungen vor sich: Die beiden Großkerne lösen sich auf, die beiden Kleinkerne aber teilen sich in zwei Schritten in je vier. Dieser Vorgang erinnert sehr an den der Reifungsteilungen des Vielzellereies, nur geht es dort um ganze Zellen und nicht nur um die Kerne. Aber



Schema der Kernvorgänge bei der Konjugation eines Wimpertieres. 1 Zusammenlagerung der Konjuganten mit den Zellmündern (Cystostomen). 2 Erste prägame Teilung des Mikronukleus in jedem Konjuganten. 3 Zerfall des Makronukleus. 4 Zweite Teilung des Mikronukleus. 5 Von den vier aus der zweiten Teilung hervorgegangenen Mikronukleolen gehen drei zugrunde (schwarze Punkte), der vierte Mikronukleus teilt sich nochmals und liefert je einen ♀- oder stationären Kern und einen ♂- oder Wanderkern. 6 Austausch der Wanderkerne. 7 Verschmelzung des ♀- und des ♂-Kerns zum Zygotenkern in jedem Konjuganten. 8 bis 10: Wieder getrennte Tiere. 8 Teilung des Zygotenkerns. 9 u. 10: Aus einem Tochterkern des Zygotenkerns wird ein neuer Mikronukleus, aus dem anderen ein neuer Makronukleus.

hier wie dort wird dabei die Zahl der Kernschleifensätze in den Kernen von der zweifachen (diploiden; s. S. 38) auf die einfache (haploide) herabgesetzt. Wie in den Reifeteilungen des Vielzellereies gehen von den vier so gebildeten Zellkernen drei zugrunde. So besitzt nun jeder Partner wieder einen einzigen Kleinkern, nun aber nur noch mit einem Kernschleifensatz. Aber auch diese Kerne teilen sich noch einmal je in einen ortsgebundenen (»stationären«) Kern und einen »Wanderkern«, beide mit einfachem Kernschleifensatz. Jetzt gleiten die beiden Wanderkerne je durch die Verbindungsbrücke der Verschmelzung in den Partner hinein und vereinigen sich dort mit dessen ortsgebundenem Kern. Dies ist der eigentliche Befruchtungsvorgang, aus dem ein neuer Kern, nun wieder mit zweifachem Kernschleifensatz, hervorgeht. Nach der Trennung muß sich jeder der beiden Partner einen neuen Großkern schaffen, ohne den er nicht lebensfähig wäre. Das geschieht durch eine Teilung des Kerns; der eine wird zum Kleinkern, der andere aber verdoppelt, vervierfacht und vervielfacht schließlich seine Kernschleifenmasse (das Chromatin), ohne eine äußerliche Teilung. Mit seinen zahlreichen Kernschleifensätzen ist der Großkern nun »polyploid«.

Von dem beschriebenen Ablauf der Konjugation, wie er bei dem Pantoffeltierchen *Paramecium caudatum* vor sich geht, gibt es manche Abwandlungen, so bei *Paramecium aurelia* (Abb. S. 113) mit zwei Kleinkernen und anderen Wimpertierchen mit vielen Kleinkernen. Daneben werden bei einigen von ihnen ähnliche Vorgänge ohne vorherige Paarbildung beobachtet; man nennt sie »Selbstbefruchtung« (Autogamie). In einem nichtgepaarten Einzeltier verläuft alles wie bei einer Konjugation bis zur Bildung des ortsgebundenen Kerns und des Wanderkerns, dann aber vereinigen sich diese beiden wieder. Der weitere Verlauf gleicht dann wieder dem nach vollzogener Konjugation. Ein Austausch von Erbgut unterbleibt hierbei, im Gegenteil: Nach der Selbstbefruchtung ist das Tier in allen seinen Merkmalen reinerbig, denn die beiden Kernschleifensätze seines Kleinkerns und die vielen seines Großkerns gingen ja alle aus dem einen Kernschleifensatz des Kernes hervor, der sich in den ortsgebundenen und den Wanderkern teilte.

Obwohl die zwei konjugierenden Partner einander völlig zu gleichen scheinen, hat man doch herausgefunden, daß sich meist nur Pantoffeltierchen verschiedener Abstammung paaren. Geht man bei einer Pantoffeltierzucht von einem einzigen Tier aus, so unterbleiben in ihr auch unter günstigsten Umständen die Paarungen fast völlig. Legt man zwei solchen Zuchten je einen der beiden Partner einer früheren Konjugation zugrunde, so erfolgen in beiden Zuchten keine Paarungen; sobald man sie nun aber vereinigt, finden unter günstigen Verhältnissen sogleich zahlreiche Paarungen statt. Daraus läßt sich das Vorhandensein zweier Paarungstypen schließen, die sich miteinander, aber nicht in sich paaren lassen. Ein Vergleich mit den Geschlechtern der Vielzeller liegt vor allem bei denjenigen Wimpertierchen nahe, bei denen nur zwei solche Paarungstypen vorkommen. Man nennt sie dann den Plus- und den Minustyp. Dieser Vergleich hinkt aber, wenn mehr als zwei Paarungstypen vorhanden sind, wie zum Beispiel beim Grünen Pantoffeltierchen: Gewisse Stämme dieser Art lassen vier Paarungstypen unterscheiden, die wir hier mit den Zahlen I, II, III und IV be-

Abwandlungen der Konjugation

zeichnen. Paarungstyp I konjugiert mit den Paarungstypen II, III und IV, nicht aber mit I, ebenso Paarungstyp II mit I, III und IV, nicht aber mit II und so fort. Andere Stämme dieser Art weisen sogar acht Paarungstypen auf.

Fortpflanzungsgemeinschaften

Eingehende Untersuchungen der Konjugation bei Wimpertieren und hier vor allem bei verschiedenen Arten der Pantoffeltierchen brachten weitere bemerkenswerte Ergebnisse: Innerhalb einer Art gibt es Fortpflanzungsgemeinschaft (Syngens), die in sich die geschilderten Paarungstypen aufweist; kein Paarungstyp der einen Fortpflanzungsgemeinschaft kann aber im allgemeinen mit irgendeinem Paarungstyp einer anderen konjugieren. Eigentlich müßte man die verschiedenen Fortpflanzungsgemeinschaften als verschiedene Arten bezeichnen, denn zu ein und derselben Art zählen ja nur Tiere, die sich in der Natur untereinander paaren und fruchtbare Nachkommen erzeugen. Daß man die Angehörigen verschiedener Fortpflanzungsgemeinschaften nicht gestaltlich unterscheiden kann, ist durchaus kein Grund, sie als eine Art zu betrachten. Genaugenommen müßte man daher das *Paramecium aurelia*, von dem man vierzehn verschiedene Fortpflanzungsgemeinschaften kennt, in ebenso viele Arten aufteilen. Geringe, meist nur statistisch erfaßbare Unterschiede hat man zwischen ihnen gefunden und ebenso auch Unterschiede in ihrer geographischen Verbreitung. So sind zwei Fortpflanzungsgemeinschaften von *Paramecium aurelia* (Abb. S. 113) über die ganze Erde verbreitet, eine andere wurde nur in Europa gefunden.

Symbionten der Pantoffeltierchen

Die eingehende Forscherarbeit, die gerade den Pantoffeltierchen zuteil wurde, brachte weitere höchst merkwürdige Befunde. Manche Stämme von *Paramecium aurelia* enthalten in ihrem Zelleib bakterienähnliche Wesen, mit denen sie offenbar in Symbiose leben. Eines von ihnen wird der »Kappa-Symbiont« genannt. Die ihn beherbergenden Pantoffeltierchen scheiden ein »Etwas« aus (siehe unten), das Artgenossen anderer Stämme tötet. Diese nennt man die »Empfindlichen« (englisch »sensitives«), die anderen die »Mörder« (englisch »killers«). Den Mördern gemein ist ein Erbfaktor (Gen), der ihre Feiung gegen das tödliche Gift bedingt; dadurch bildet er die Voraussetzung für das Zusammenleben mit dem Kappa-Symbionten. Es gibt noch eine ganze Reihe ähnlicher Symbionten, die man ebenfalls nach Buchstaben des griechischen Alphabets »Lambda-, Sigma-, Pi- und My-Symbionten« nannte. Als »Symbionten« bezeichnet man sie, da es sich gezeigt hat, daß die »Lambda-Symbionten« dem Pantoffeltierchen die lebenswichtige Folsäure liefern, die es nicht selbst aufbauen kann. Ohne den Lambda-Symbionten ist es darauf angewiesen, sie in der Nahrung zu finden. Auch der My-Symbiont macht seinen Träger zum Mörder, aber nur an seinem Partner beim Konjugieren. Man nennt die ihn beherbergenden Stämme daher »Gattenmörder« (englisch »matekillers«). Über die Natur des tötenden »Etwas« hat in neuester Zeit das Elektronenmikroskop eine überraschende Auskunft gegeben: Nicht die Kappa-Symbionten selbst töten, sie sind lediglich die Überträger tödlicher Teilchen, wahrscheinlich Viren.

In den Aufgüssen, in denen wir die Bekanntschaft mit den Pantoffeltierchen machten, begegnen uns noch zahlreiche andere Wimpertierchen. Wenn wir gar unsere mikroskopischen Streifzüge auf den obersten, lockeren Bodenschlamm der Tümpel und auf seine Algenbeläge ausdehnen, so erleben wir

die Formenfülle dieser zarten Einzeller sehr eindrucksvoll. Die Systematiker brachten in diese Vielfalt eine auf Verwandtschaft begründete Ordnung; sie faßten die ursprünglichsten Formen, deren Zelleib ganz mit Wimpern bedeckt ist, in die Ordnung der GANZBEWIMPERTEN (Holotricha; vom griechischen *ὅλος* = ganz und *τριχος* = Haar) zusammen. Sie läßt sich nach der Ausbildung des Mundes weiter unterteilen: Die NACKTMÜNDER (Unterordnung Gymnostomata) besitzen einen nichteingesenkten Mund, der nur beim Packen und Verschlingen der Beute geöffnet wird. Hierher gehört das NASENTIERCHEN (*Didinium nasutum*; s. S. 123 u. Klapptafel, Abb. 12), ein Hauptfeind der Pantoffeltierchen (s. S. 123), mit dem Mund am Vorderende auf einem unbewimperten Kegel, der »Nase«. Ebenso Erstaunliches im Verschlingen großer Beute leistet der viel kleinere *Coleps hirtus* (Klapptafel, Abb. 11), ein Tönchen mit dem Mund am breit abgestutzten Vorderende. Auch das flaschenförmige, langhalsige SCHWANENTIERCHEN (*Lacrymaria olor*; Klapptafel, Abb. 13) hat einen endständigen Mund, während er sich beim gedrungeneren GÄNSETIERCHEN (*Dileptus anser*) am Grunde des Halsfortsatzes befindet.

Ordnung
Ganzbewimperte

Bei den WIMPERMÜNDERN (Unterordnung Trichostomata) befindet sich der Mund am Grunde einer Mundgrube, die mit Reihen einfacher Wimpern besetzt ist. Sie strudeln dem Mund die Nahrung zu. Hierher gehört das KAP-PENTIERCHEN (*Colpoda cucullus*), ein nierenförmiger Bewohner faulender Gewässer, der auch in Aufgüssen nicht selten auftritt. In der Unterordnung der HAUTMÜNDER (Hymenostomata) sind die Wimpern der Mundbucht zu einem feinen Häutchen verschmolzen. Die Pantoffeltierchenarten (Gattung *Paramecium*; s. S. 123, Abb. S. 108 u. Klapptafel, Abb. 14) zählen hierzu und ebenso sein fast stetiger Begleiter in Aufgüssen, das bohnenförmige BUSENTIERCHEN (*Colpidium colpoda*; Klapptafel, Abb. 15). Ein Riese unter den Wimpertierchen ist der von jedem Zierfischfreund gefürchtete ICHTHYOPHTHIRIUS (*Ichthyophthirius multifiliis*, L bis 0,8 mm). Er erzeugt in der Haut von Süßwasserfischen die »Grieffkörnchen- oder Weißpunktkrankheit«, in der Fischhaut wächst der Schmarotzer zu solcher Größe heran, daß er schon mit bloßem Auge sichtbar wird, dann verläßt er seinen Wirt und teilt sich innerhalb einer gallertigen Zyste in mehreren (bis zu acht) Schritten, wobei zahlreiche (bis zu 256) Jungtiere entstehen. Sie entschlüpfen der Zyste und befallen von neuem die Fischhaut. Dauerbäder in einer Chininlösung (1 : 50 000) töten die frei schwimmenden jungen Ichthyophthirien; sie müssen aber so lange fortgesetzt werden, bis die Fische frei von Schmarotzern sind, da sie in der Fischhaut von dem Chinin nicht erreicht werden.

Grieffkörnchen- oder
Weißpunktkrankheit

In der Unterordnung der MUNDLOSEN (Astomata) faßt man einige Ganzbewimperte zusammen, die als Innenschmarotzer im Darm vor allem von Gliederwürmern überhaupt keinen Zellmund besitzen. Mundlosigkeit ist die Anpassung vieler Einzeller, die ständig von gelöster Nahrung umgeben sind und sie mit ihrer ganzen Körperoberfläche aufnehmen. Es sei hier nur an die Trypanosomen (s. S. 99) und die Opalinen (s. S. 103) sowie an die gesamte Klasse der Sporentierchen (s. S. 115) erinnert. Unter den Vielzellern zeigen neben den Bandwürmern (s. 8. Kap.) auch die Kratzer (s. 10. Kap.) die Rückbildung der Ernährungsorgane als Anpassung an das Leben inmitten der gelösten Nahrung.

Ordnung Peritrichen

Die Ordnung der PERITRICHEN (Peritricha; vom griechischen *περι* = ringsherum) unterscheidet sich von den Ganzbewimperten dadurch, daß die den Mund umgebende Bewimperung in einer Linksspirale angeordnet ist. In der tiefen Mundgrube, dem »Vorhof« (Vestibulum), ist sie zu einem zarten Häutchen verschmolzen wie im Munde der Hautmünder, von denen die Peritrichen wahrscheinlich abstammen. Die meisten Arten sind in der Gestalt eines glockenförmigen Köpfchens mit einem Stiel auf dem Untergrund festgewachsen. Sie führen daher den Namen »Glockentierchen«. Verläuft im Stiel ein durchgehender Muskel, so kann er in eine Schraubenlinie zusammengezogen werden. Die Arten der Gattung *Vorticella* (vgl. Abb. S. 113 u. Klapp-
tafel Abb. 16) leben einzeln auf einem zusammenziehbaren Stiel, andere Gattungen bilden Kolonien mit verzweigten Stielen. Nicht zusammenziehbar sind sie bei *Epistylis* und *Opercularia*, zusammenziehbar bei *Zoothamnium* und *Carchesium* (Abb. S. 108). Bei *Zoothamnium* hängen alle Stielmuskeln zusammen, bei *Carchesium* hat jedes Köpfchen seinen eigenen, mit den Nachbarn nicht verbundenen Stielmuskel. *Ophrydium versatile* schließlich bildet durch gallertige Ausscheidungen mehr als faustgroße Klumpen, in denen die Einzeltiere durch Algen (Zoochlorellen) grün gefärbt sind.

Die festsitzende Lebensweise der Glockentierchen hat Besonderheiten ihrer Teilung und ihrer Konjugation zur Folge. Im Gegensatz zu anderen Wimpertierchen teilen sie sich nicht quer, sondern wie die Geißelträger längs, zudem oft, bei einzeln lebenden Arten, in Teile von ungleicher Größe. Das größere Tochtertier verbleibt dann am Stiel, während das kleinere einen zusätzlichen hinteren Wimperkranz erhält, sich löst und nun als freier Schwärmer mit einem festsitzenden großen Glockentierchen die Konjugation durchführt. Sie ist hier aber einseitig geworden, denn der Schwärmer bildet lediglich einen Wanderkern, der sich mit dem allein gebildeten ortsgebundenen Kern des großen Tieres vereinigt; sein Zellkörper aber wird in den des großen Partners aufgenommen. Der auf diese Weise einer Kopulation ähnliche Vorgang ist eine Anpassung an die festsitzende Lebensweise und begegnet uns bei den ebenfalls festsitzenden Saugtierchen wieder.

Die »Glockentierchen« sowie einige Formen, die um sich ein Gehäuse bilden, faßt man in der Unterordnung der SESSHAFTEN PERITRICHEN (Sessilia) zusammen. Nur einige wenige Peritriche leben frei beweglich auf der Oberfläche ihrer Wirte und heften sich dort vorübergehend mit einer dem Stielende entsprechenden Haftscheibe fest; sie bilden die Unterordnung der BEWEGLICHEN PERITRICHEN (Mobilia). *Trichodina domerguei* kann so auf der Haut von Fischen in Aquarien und Züchtereien schädlich werden, während die POLYPENLAUS (*Trichodina pediculus*; Abb. S. 113) sehr häufig die Süßwasserpolyphen befällt. Die Konjugation vollzieht sich bei den frei lebenden Trichodinen ebenso wie bei den festgewachsenen Glockentierchen, ein Hinweis auf ihre Abstammung von sesshaften Formen.

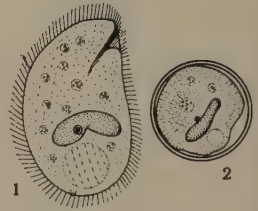
Ordnung Spiralwimperlinge

Auch bei den SPIRALWIMPERLINGEN (Ordnung Spirotricha) bildet das bewimperte Mundfeld eine Spirale, diese ist aber im Gegensatz zu der Mundspirale der Peritrichen rechtsgewunden, und zudem sind ihre Wimpern nicht zu einer einfachen Lamelle, sondern zu zahlreichen Flimmerplättchen verklebt, welche vielen kurzen Querreihen entsprechen. In der Unterordnung der

VERSCHIEDENBEWIMPERTEN (Heterotricha) sind Arten vereinigt, deren Körper mehr oder weniger gleichmäßig bewimpert ist. Ihr Name bezieht sich auf die Verschiedenheit der Bewimperung ihres Mundfeldes und ihres Körpers. Am bekanntesten sind hier die TROMPETENTIERCHEN (Gattung *Stentor*); sie tragen ihren Gattungsnamen nach dem stimmungswaltigen Helden Stentor aus dem Trojanischen Krieg. Ihre Trompetengestalt mag den Naturforscher und Philosophen der Romantikerzeit L. Oken zu diesem Vergleich verführt haben. Das BLAUE TROMPETENTIERCHEN (*Stentor coeruleus*; Klapptafel, Abb. 17) trifft man meist in faulenden Gewässern, teils der Unterlage aufsitzend, teils freischwimmend. Das schlanke GRAUE TROMPETENTIERCHEN (*Stentor roeseli*) besitzt eine Gallerthülle, während das GRÜNE TROMPETENTIERCHEN (*Stentor polymorphus*; Abb. S. 113) an seiner Grünfärbung durch symbiontische Algen (Zoochlorellen) kenntlich ist. Wurmformig und mit bloßem Auge sichtbar ist das große *Spirostomum ambiguum* (L über 2 mm) faulender Sumpfwässer. Darmschmarotzer in Wirbellosen wie in Wirbeltieren ist die Gattung *Nyctotherus*. Im Darm von Fröschen und Kröten lebt der herzförmige *Nyctotherus cordiformis*, mit dessen Zysten sich bereits die Kaulquappen anstecken. Während der Umwandlung der Wirte konjugieren die Schmarotzer. Die Nachkommen der konjugierten Tiere sind sehr viel größer, nur sie allein findet man in den erwachsenen Lurche. Auch ein gelegentlicher Darmschmarotzer des Menschen gehört in diese Verwandtschaft: *Balantidium coli* (L bis 0,15 mm). Er ist besonders häufig im Schwein, das an ihm in gegenseitiger Anpassung von Wirt und Schmarotzer nicht erkrankt. Dagegen erzeugt *Balantidium coli* im Menschen und im Schimpansen oft Darmgeschwüre: die »Balantidium-Ruhr«. *Balantidium* kapselt sich in eine Zyste ein, die mit dem Kot abgeht und so auf neue Wirte übertragen werden kann.

Die Unterordnung der BAUCHWIMPERLINGE (Hypotricha) ist durch die Abflachung des Körpers gekennzeichnet, der eine mit »Tastborsten« besetzte Oberseite und eine den Mund tragende, flache Unterseite unterscheiden läßt. Diese Seite ist auch mit den kräftigen »Zirren« besetzt, die aus verklebten Wimpern bestehen wie die Wimperblättchen der Trompetentierchen. Mit ihrer Hilfe schreiten die Tiere auf dem Untergrund. Am häufigsten trifft man von diesen hochentwickelten Aufgüßtierchen in Gesellschaft der Pantoffeltierchen das MUSCHELTIERCHEN (*Stylonychia mytilus*, L über 0,3 mm; Klapptafel, Abb. 18) an, das auf seiner Bauchseite acht Stirn-, fünf Bauch- und fünf Afterzirren trägt, dazu sitzen am Hinterende drei kräftige Schwanzzirren. Die aus Wimpern zu ganz verschiedener Form verschmolzenen Organellen arbeiten zusammen in gegenseitiger Abstimmung, und ihre Tätigkeit ist so geregelt, daß das Tierchen fein abgestufte Bewegungen vollführt. Der Grad dieser Abstimmung ist ganz erstaunlich, denn eine vergleichbare Zusammenarbeit von Organen höherer Tiere kommt ja nur durch ein ihnen übergeordnetes Nervensystem zustande. Dem Muscheltierchen fehlt es, und alles vollzieht sich hier in einer einzigen Zelle! Kleinere, schmiegsamere Bauchwimperlinge, denen die drei Schwanzzirren fehlen, gehören der Gattung *Oxytricha* an. Auch sie sind in Aufgüssen häufig.

In der Unterordnung der WENIGBEWIMPERTEN (Oligotricha) sind die Wimpern weitgehend rückgebildet. Im Sumpfwasser trifft man häufig den klei-



Balantidium coli. 1 Trophozoite, 2 Zyste.



Das Muscheltierchen. 1 Membranellen, 2–6 vordere, bauchseitige, randständige, schwanzständige und endständige Cirren.

nen SPRINGWIMPERLING (*Halteria grandinella*; L 0,03 mm) an, der nur wenige, starre Borsten trägt. Der Beobachter am Mikroskop erfreut sich stets nur kurze Zeit seines Anblicks, da er ständig in ruckartigen Sprüngen dem Gesichtsfeld enteilt. Zierliche Gehäuse bauen die Wenigbewimperten aus der Familie der TINTINNIDEN (*Tintinnidae*), von denen nur wenige Arten das Süßwasser bevölkern. Artenreich sind sie dagegen im Meer, und sie waren es hier bereits im Erdmittelalter: Ihre Gehäuse aus den Kalken des oberen Jura und der mittleren Kreide im Mittelmeergebiet wie auch im Himalaja sind die ältesten Zeugen vorzeitlicher Wimpertierchen.

Von geradezu abenteuerlicher Form mit nach hinten gerichteten Körperteilsätzen sind die PANSEN- UND DARMINFUSORIEN (Unterordnung Entodiniomorpha). Sie bewohnen vorwiegend den Magen oder den Darm von Huftieren, doch man kann sie hier nicht ohne weiteres als Schmarotzer ansprechen. Es zeigte sich nämlich, daß sie Halbzellulosen (Hemizellulosen), einen Bestandteil pflanzlicher Zellwandungen, aufspalten; damit können sie sie für ihren Wirt verdaulich machen. Selbst nähren sie sich vor allem von der Stärke der aufgenommenen Pflanzentrümmer. Zum großen Teil gelangen sie mit der im Pansen der Wiederkäuer vorverdauten Nahrung durch die drei weiteren Mägen (s. Band XIII, S. 149) in den Darm und werden am Ende selbst verdaut. Dabei mögen sie ihrem Wirt ein leichtverdauliches Eiweiß liefern. Sehr groß scheint dieser Nutzen für den Wiederkäuer aber nicht zu sein, denn künstlich infusorienfrei gemachte Rinder gedeihen nicht minder gut. Von Rind zu Rind übertragen sich die Panseninfusorien beim gemeinsamen Wiederkäuen von Mund zu Mund durch den Speichel. Auch in den Gärkammern anderer Säugetiere leben Angehörige dieser Unterordnung, so im Dickdarm der Pferde und Schweine und im Blinddarm einiger Nagetiere, wie Meerschweinchen und Wasserschwein.

Ordnung Trichterwimperlinge

Die artenarme Ordnung der TRICHTERWIMPERLINGE (*Chonotricha*; vom griechischen *χῶνη* = Trichter) umfaßt festsitzende Formen, deren Wimperbesatz bis auf eine Wimperreihe des rechtsgewundenen Mundtrichters völlig rückgebildet ist. Wie bei anderen seßhaften Wimpertierchen ist die Vermehrung eine Knospung, und ebenso wie dort ist an die Stelle der wechselseitigen Befruchtung die einseitige durch Kopulation getreten. Die durchsichtige *Spirochona gemmipara* (L 0,08–0,12 mm) wird man auf den Kiemplatten unserer Bachflohkrebse selten vergebens suchen.

Ordnung Saugtierchen

Stark abgewandelte Wimpertierchen sind die SAUGTIERCHEN (Ordnung Suctoria). Ihre jungen Schwärmer bewegen sich noch mit Wimpern fort und verraten damit ihre stammesgeschichtliche Herkunft; erwachsen sind sie aber völlig wimperlos und daher zum aktiven Schwimmen unfähig. Sie sitzen entweder fest an einer Unterlage, oder aber sie schweben im Wasser und werden lediglich passiv durch seine Strömung fortbewegt. Eigenartig ist ihre Nahrungsaufnahme: Sie besitzen Tentakel, mit denen sie eingefangene Beutetiere aussaugen (daher auch der Name der Ordnung). Bei manchen Arten kann man lange Fangtentakel und kürzere Saugtentakel unterscheiden. Berührt ein Opfer das verdickte Ende eines Fangtentakels, so bleibt es an ihm kleben und wird gelähmt; sein Zellkörper wird dann teilweise aufgelöst. Auch andere Fangtentakel biegen sich nun zum Opfer hin, sie alle verkür-

zen sich und ziehen es dadurch in den Bereich der kürzeren Saugtentakel, die es sehr rasch aussaugen. Bei den Arten ohne Fangtentakel dienen die Saugtentakel zugleich auch dem Fang der Beute.

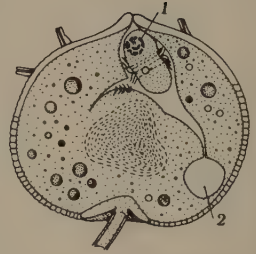
Wie auch sonst oft bei sesshaften Wimpertieren ist die Vermehrung der Saugtierchen eine Knospung. Es kann entweder eine einzige Knospe gebildet werden, oder es sind mehrere oder viele zugleich (Vielfachknospung oder multiple Knospung). Die Knospen können an der Oberfläche oder im Inneren der Mutter entstehen; man unterscheidet daher eine »innere« von einer »äußeren« Knospung.

Eine Art mit einfacher, innerer Knospung ist *Choanophrya infundibulifera*, deren Schwärmer in Körpermitte von mehreren Wimperkränzen umgürtet sind. Verwickelt sind die Vermehrungsvorgänge bei der im Meer lebenden Art *Tachyblaston ephelotensis*. Die jungen Entwicklungsformen dieser Art besitzen einen Tentakel, mit dem sie in den Zelleib des gleichfalls zu den Saugtierchen gehörenden Strahlenfußes (*Ephelota gemmipara*) eindringen. Sie gelangen immer tiefer in den Zelleib und saugen dabei Zellplasma ihres Wirtes ein. So wachsen sie heran und bilden nun auf ihrer nach außen gekehrten Oberfläche nacheinander viele Schwärmer, die schrägvorn bewimpert sind. Sie lösen sich los, schwärmen frei umher und setzen sich schließlich am Untergrund fest. Dann bilden sie unterseits einen Stiel und umgeben ihren Zelleib mit einem Gehäuse. Durch wiederholte Knospung entstehen an ihnen kleine Larven mit je einem Tentakel, die das mütterliche Gehäuse verlassen und erneut einen Strahlenfuß befallen. Es gibt hier also zwei Generationen, die sich beide durch Knospung vermehren, aber nur die eine von ihnen schmarotzt am Strahlenfuß.

Die geschlechtliche Fortpflanzung der Saugtierchen ist wie bei allen Wimpertierchen die Konjugation, die Partner sind aber zuweilen in der Größe verschieden, und in einigen Fällen ist die wechselseitige Befruchtung in eine einseitige abgewandelt, wie sie uns bereits bei den Glockentierchen und den Trichterwimperlingen begegnete.

Wer Saugtierchen unter dem Mikroskop selbst betrachten möchte, findet den zierlich verästelten *Dendrocometes paradoxus* oft neben der *Spirochona gemmipara* auf den Kiemenplatten der Bachflohkrebse. Hier schafft ein ständiger Wasserstrom beiden Wimpertierchenarten Nahrung und Sauerstoff zum Atmen bei.

Die Mehrzahl der einzelligen Tiere ist eindeutig in eine der vier Klassen der Protozoa einzuordnen, selbst wenn sie als Schmarotzer wesentliche Merkmale ihrer Klasse eingebüßt haben. Bei mehreren Gruppen von Parasiten, die man bislang zu den Sporentierchen stellte, lassen sich verwandtschaftliche Beziehungen weder zu den Gregarinen noch zu den Kokzidien erkennen; es ist sogar nicht ausgeschlossen, daß sie von Vielzellern abstammen und erst infolge ihrer Lebensweise eine Vereinfachung erfuhren. Es sind dies die Ordnungen der Myxosporidien (Myxosporidia; s. S. 133), der Actinomyxidien (Actinomyxidia; s. S. 133) und der Mikrosporidien (Microsporidia; s. S. 134). Sie haben untereinander ein gemeinsames Merkmal: Sie bilden Sporen, die außer einem oder mehreren amöbenähnlichen Keimen einen oder mehrere

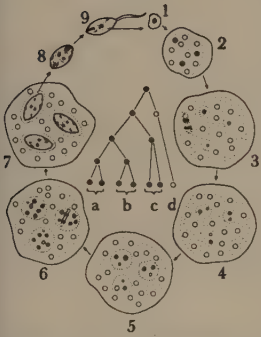


Choanophrya infundibulifera. 1 abgelöste Knospe, 2 pulsierende Vakuole.

Klasse
Cnidosporidien

sogenannte »Polfäden« enthalten. Das sind aufgewickelte Hohlfäden, die durch Innendruck handschuhfingerartig umgestülpt und ausgeschnellt werden können, wie man es in gleicher Weise nur von den »Nesselfäden« der Nesselkapseln der Nesseltiere kennt. Die Annahme, so hoch entwickelte Zellbildungen seien in der Stammesgeschichte der Tiere nur einmal entstanden, liegt nahe. In diesem Falle wären die genannten »Einzeller« durch Schmarotzertum auf das äußerste vereinfachte Nachkommen von Nesseltieren. Man faßt sie zumeist als »Cnidosporidien« (Cnidosporidia) zusammen und kann dieser Gruppe — freilich unter Vorbehalten — den Rang einer »Klasse« neben der Klasse der Sporentierchen einräumen.

Ordnung Myxosporidien



Schema der Entwicklung eines Myxosporids: 1 Einkerniger Amöboidkeim. 2 Mehrkerniges Plasmodium: Differenzierung in generative (schwarz) und somatische Kerne (hell). 3 Abgrenzung der Sporoblasten. 4–6: Verschiedene Stadien der Kernvermehrung in den Sporoblasten, entsprechend der in der Mitte des Schemas wiedergegebenen Teilungsfolge (Hüllkern weiß, Schalenkerne schraffiert, Polkapselkerne punktiert, Gametenkerne = Keimbahn! schwarz). 7 Plasmodium mit Sporen. 8 Einzelne Spore mit zweikernigem Amöboidkeim. 9 Einzelne Spore mit ein-kernigem Amöboidkeim, eine Polkapsel mit ausgeschleudertem Polfaden. a = Gametenkerne, b = Polkapsel, c = Schalenkerne, d = Hüllkern.

Unter den MYXOSPORIDIEN (Ordnung Myxosporidia) gibt es manche Fischschmarotzer, die für die Fischwirtschaft des Binnenlandes von Bedeutung sind. Der Entwicklungsgang dieser Arten ist weitgehend erforscht. Als Beispiel wählen wir hier *Myxobolus pfeifferi* (vgl. Abb. S. 107), den Erreger der Beulenkrankheit der Barbe. Er lebt als Gewebeschmarotzer in fast allen Organen seines Wirtes. Ein in den Wirt gelangter amöbenähnlicher Keim (»Amöboidkeim«) wächst heran, wobei sich sein Kern durch Teilung vermehrt, der Protoplasmaleib aber ungeteilt bleibt. Ein solcher vielkerniger Verband ohne Zellgrenzen wird ein »Plasmodium« genannt (nicht zu verwechseln mit der Sporentierchengattung *Plasmodium*). Bald jedoch sondern sich um einige dieser Kerne Protoplasmabezirke ab, was zur Bildung getrennter Zellen innerhalb des Plasmodiums führt. Da aus ihnen später die Sporen hervorgehen, werden sie als Sporenbildungszellen (Pansporoblasten) bezeichnet. In einer streng festgelegten Teilungsfolge vermehrt sich nun der Pansporoblastenkern zu insgesamt vierzehn Kernen, die mit ihrem zugehörigen Protoplasmabezirk je zwei Sporen mit je zwei Polkapseln aufbauen.

Noch übersichtlicher ist dieser Vorgang bei Arten, deren Pansporoblast nur eine Spore bildet. Hier entstehen aus seinem Kern nur sieben: zwei Fortpflanzungskerne, zwei Polkapselkerne, zwei Schalenkerne und ein Hüllkern. Der Hüllkern gelangt in den Protoplasmasaum, der die fertige Spore umschließt, die beiden Schalenkerne liegen den beiden Schalenklappen der Spore von innen an, die beiden Polkapselkerne mit ihrem zugehörigen Protoplasma bauen die Polkapseln auf, und die beiden Fortpflanzungskerne vereinigen sich zum Kern des Amöboidkeimes. Eine ebenso festgelegte Folge von Zellteilungen kennt man bei einigen Klassen der Vielzeller. Dort ist »Zellkonstanz« (s. 10. Kap.) die Folge. Dort läßt sich für jede Art ein »Zellstammbaum« aufstellen, bei den Myxosporidien in genau gleicher Weise ein »Kernstammbaum«. Bei so weitgehenden Übereinstimmungen mit der Entwicklung von Vielzellern kann man in den Myxosporidien kaum mehr Einzeller sehen. Ob sie wie die Geißelträger *Volvox* (s. S. 81) den Weg zum Vielzeller selbständig gingen oder aber vom Stammbusch der Vielzeller nahe seiner Wurzel abzweigten, ist eine noch nicht beantwortete Frage.

Die ACTINOMYXIDIEN (Ordnung Actinomyxidia) unterscheiden sich von den Myxosporidien dadurch, daß ihr Zellkörper nur einen einzigen Pansporoblasten darstellt, aus dem acht Sporoblasten hervorgehen. Jede dieser Sporenbildungszellen wandelt sich in eine Spore um, die nicht zwei, sondern drei Sporenkapseln in dreistrahliger Anordnung enthält. Die wenigen An-

gehörigen dieser Ordnung leben teils in der Leibeshöhle von Spritzwürmern (s. 11. Kap.), teils in der Leibeshöhle und in der Darmwandung von Schlammröhrenwürmern (Tubificidae; s. 12. Kap.).

Die MIKROSPORIDIEN (Ordnung Microsporidia) besitzen einfacher gebaute Sporen als die Angehörigen der beiden anderen Ordnungen der Cnidosporidien. Jede Spore enthält nur eine Polkapsel, und dieser fehlt die feste Wandung; sie erscheint daher als ein dem Amöboidkeim angeschmiegtcs Bläschen. Der Polfaden ist in Ruhestellung nicht in diesem Bläschen, sondern um dieses herum aufgewickelt, und es ist durchaus fraglich, ob er beim Vorschwellen ebenso umgekrempelt wird wie der Polfaden der Myxosporidien und Actinomyxidien. So ist die Verwandtschaft mit diesen beiden Ordnungen und damit die Zugehörigkeit zu den Cnidosporidien noch nicht gesichert.

Die Kleinheit der Mikrosporidien (wörtlich »die mit den kleinen Sporen«) hat die Erforschung ihrer Entwicklung sehr erschwert, und noch heute sind die geschlechtlichen Vorgänge ihrer Fortpflanzung ungeklärt. Um so mehr haben sie durch die Schäden, die sie der Volkswirtschaft als Schmarotzer von Nutzinsekten zufügten, von sich reden gemacht. *Nosema bombycis* ist der Erreger der Fleckenkrankheit (französisch: Pébrine, italienisch: Gattina) der Seidenraupe. Sie befällt alle Organe der Raupe, die an ihr meist stirbt. Bei schwachem Befall verwandelt sie sich noch in den Schmetterling, so daß bereits dessen Eier angesteckt sein können. In Seidenbauländern hat *Nosema bombycis* im neunzehnten Jahrhundert ungeheure Schäden verursacht, so in Frankreich vom Erstauftreten im Jahre 1845 bis zum Jahre 1867 in einem Vierteljahrhundert einen Verlust von mehr als einer Milliarde. Heute scheidet man die von *Nosema* befallenen Eier dadurch aus, daß man die zur Paarung und Eiablage abgesonderten Pärchen anschließend auf den Schmarotzer untersucht und dann die Eier befallener Pärchen vernichtet. Dieser Weg, nur die gesunden Eier zur Aufzucht zu verwenden, wurde von dem französischen Forscher L. Pasteur gewiesen. Durch ihn ist die Seuche heute nur noch von untergeordneter Bedeutung.

Eine auch heute noch weit größere volkswirtschaftliche Bedeutung als die Fleckenkrankheit der Seidenraupe hat bei uns die Darmseuche oder *Nosema*-Seuche der Honigbiene, deren Erreger *Nosema apis* ist. Er befällt fast nur den Mitteldarm der Vollkerfe — sowohl der Arbeiterinnen als auch der Königin und der Drohnen. Die Sporen des Krankheitserregers können im Wasser aus einer mit Bienenkot verunreinigten Tränke in das Volk eingeschleppt werden. Im Darm stoßen sie dann ihren Polfaden aus und geben den wie ein Wechseltierchen kriechenden Amöboidkeim frei. Er dringt in eine Zelle des Bienendarmes ein. Hier wächst er und vermehrt sich, bis er schließlich neue Sporen entstehen läßt. Dazu werden ständig weitere Darmzellen befallen, in denen sich die gleichen Vorgänge wiederholen. Die befallenen und schließlich absterbenden Zellen werden aus Zellnestern des Darmes ständig ersetzt, und in diesem Wettlauf zwischen der Vernichtung und der Neubildung der Darmzellen kann die Biene genesen, ein Gleichgewicht halten oder erliegen. Gesunde Bienen setzen ihren Kot außerhalb ihrer Wohnung ab, und selbst während der langen Winterruhe warten sie damit, bis ihnen ein warmer Tag den »Reinigungsflug« erlaubt. Darmkranke Bie-

Ordnung
Mikrosporidien

nen dagegen entleeren ihre Kotblase im Stock, und die gesunden Bienen, welche die besudelten Waben mit dem Munde reinigen, stecken sich an dem sporenhaltigen Kot an.

Da eine einzige Biene viele Millionen der ansteckenden Sporen enthalten und entleeren kann, breitet sich der Erreger in Kürze über das ganze Volk aus: Die *Nosema*-Erkrankung der Einzelbiene ist zur *Nosema*-Seuche des Bienenvolkes geworden. Dieser Ausbreitung ist alles förderlich, was den Nahrungsverbrauch der Winterbienen steigert oder sonstwie die Kotblasen stärker belastet, so jede Beunruhigung während der Winterruhe (klopfende Spechte und Meisen am Flugloch, Betreten des Bienenhauses durch den Imker, Einnisten von Mäusen im winterlichen Bienenhaus), aber auch der dunkle Nadel- oder Blatthonig als Winterfutter. Dem Imker verraten formlose, flüssige, braune bis gelbe Kotflecken auf dem Flugbrett vor allem in den Morgenstunden den Darmseuchenbefall. Auch ständiger Schwund anstelle des Frühjahrswachstums der Völker gibt ihm einen Hinweis. Gewißheit über Befall oder Nichtbefall erbringt aber erst die Untersuchung unter dem Mikroskop. Etwa dreißig Hinterleiber von Flugbienen (nicht Jungbienen) werden mit wenig Wasser in einem Mörser zerrieben; ein Tropfen des Breies zeigt schon bei mittlerer Vergrößerung unter dem Mikroskop die eiförmigen, stark lichtbrechenden und daher hell glänzenden Sporen. Vereinzelt sind sie ohne Bedeutung, zu Hunderten in einem Blickfeld zeigen sie die Darmseuche an. Diese Untersuchung wird an eingesandten Bienenproben von den Anstalten für Bienenzucht durchgeführt. Heute gibt es gegen die Darmseuche wirksame Arzneistoffe, die dem Futter zugesetzt werden und die sich auch zur Vorbeugung bewähren.

Die HAPLOSPORIDIEN (Haplosporidia) sind eine Gruppe, in der einst die verschiedenartigsten Formen untergebracht wurden, für die man sonst kein anderes Unterkommen fand. Manche dieser Formen sind inzwischen als pilzliche Lebewesen erkannt worden und daher ausgeschieden. Andere stehen wohl den Mikrosporidien nahe, besitzen aber keinen Polfaden. Dafür fand man bei einigen einen Sporendeckel, der sich öffnet und damit den Weg für den einkernigen Keim freigibt. Die zweifelsfrei hierherzurechnenden Arten schmarotzen in verschiedenen Wirbellosen des Süßwassers und des Meeres.

Die SARCOSPORIDIEN (Sarcosporidia), deren Stellung im System bisher umstritten war, müssen aufgrund neuerer elektronenmikroskopischer Befunde zu den Sporozoen gestellt werden, obwohl ihre Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb dieser Gruppe noch nicht eindeutig aufgeklärt werden konnten. Sie sind mit Hüllen umgebene Schläuche, die durch zahlreiche Scheidewände in vielflächige Kammern unterteilt sind. In ihnen entwickeln sich die »Sporen«. Man trifft diese »Miescherschen Schläuche« in den Muskelzellen zahlreicher Säugetiere, aber auch mancher Vögel und Kriechtiere an. Am häufigsten sind *Sarcocystis miescheriana* des Schweines und *Sarcocystis tenella* des Schafes. Es ist aber fraglich, ob die Unterschiede der beiden »Arten« nicht nur durch die verschiedenen Wirte bedingt sind. Die etwa einen Zentimeter langen, eiförmigen Schläuche aus dem Schaf sind nämlich durch Ver-

Mieschersche
Schläuche

fütterung auf Mäuse übertragbar, in ihnen bilden sich aber mehrere Zentimeter lange Schläuche, die denen der Mäuse-Sarkosporidie (*Sarcocystis muris*) völlig gleichen. Verfüttert man jedoch diese mit ihren dreizehn bis fünfzehn Mikrometer langen Sporen an Meerschweinchen, so wachsen in ihren Muskeln im Verlauf von fünfzig bis hundert Tagen winzige Schläuche von einem zehntel bis zu einem fünfundzwanzigstel Millimeter heran, und ihre Sporen haben nur noch ein Drittel bis ein Viertel der ursprünglichen Länge!

Die Versuche zeigen, daß Sarkosporidien durch den Genuß rohen, befallenen Fleisches übertragbar sind. Das recht seltene Vorkommen von *Sarcocystis lindemanni* im Menschen mag so erklärbar sein, nicht aber der häufige Befall der Schafe mit *Sarcocystis tenella* und der ebenfalls nicht seltene Befall des Rindes mit *Sarcocystis fusiformis*; diese Wirte sind ja reine Pflanzenköstler. Hier muß daher wie bei *Toxoplasma* (s. S. 118) noch eine weitere Übertragungsweise vorhanden sein. Im Gegensatz zu dort ist weder sie noch der Wirt bekannt, von dem sie ausgeht. Seine Auffindung könnte vielleicht wie bei *Toxoplasma* den vollständigen Entwicklungskreis klären und damit die Sarkosporidien in das auf Verwandtschaft beruhende System einordnen. Über Schädigungen des Menschen durch Sarkosporidien ist nichts bekannt, dagegen kann ein ungewöhnlich starker Befall Schweine und Schafe schädigen und vor allem ihr Fleisch für den Genuß entwerten. Für Mäuse ist ein starker Befall tödlich.

In ihrer Stellung im System noch völlig ungeklärt sind die PIROPLASMEN (Piroplasmida). Ihre gelegentliche Zuordnung zu den Sporentierchen ist eine Verlegenheitslösung, denn sie lassen keine Sporenbildung erkennen. Sie sind Schmarotzer in den Blutzellen der Säugetiere und in den Zellen der Speicheldrüsen, der Darmwand und anderer Organe von Zecken. Die Piroplasmen bleiben sich gleich, ob ihr Wirt nun ein Säuger oder eine Zecke ist; sie haben daher keinen Generationswechsel, sondern lediglich einen Wirtswechsel. Geschlechtliche Formen sind nicht bekanntgeworden. Die Piroplasmen sind Erreger schwerer, vielfach tödlicher Erkrankungen der Haustiere vor allem warmer Länder. Nach ihrer Lebensweise lassen sich zwei Familien unterscheiden: die Theilerien und die Babesien (s. unten).

Die THEILERIEN (Familie Theileridae) vermehren sich nur in den weißen Blutkörperchen der Säuger und nur in den Speicheldrüsen der Zecken. Im Gegensatz zu den Hämosporiden ist ihre Vermehrung stets eine Zweiteilung, nie eine Vielfachteilung. Auch die roten Blutkörperchen der Säuger werden befallen, doch teilen sich die Theilerien in ihnen nicht. In den Zecken bleiben die Eierstöcke von ihnen verschont, so werden sie auch nicht auf ihre Nachkommen übertragen. Die gefährlichste Art ist *Theileria parva* als Erreger des afrikanischen Ostküstenfiebers der Rinder, das als eine verheerende Seuche auftritt. Hauptüberträger ist die Zecke *Rhipicephalus appendiculatus*. Von den befallenen afrikanischen Rindern übersteht etwa die Hälfte die Krankheit, doch bleibt ein geringer Befall wohl auf Lebzeiten bestehen; er schützt vor Neuinfektion. Eingeführte europäische Rinder überstehen das Küstenfieber meist nicht.

Eine andere Lebensweise als die Theilerien haben die BABESIEN (Familie Babesidae): Sie vermehren sich in den roten Blutkörperchen der Säuger und

Piroplasmen

Schmarotzer ohne
Generationswechsel

Theilerien

Babesien

außer in den Speicheldrüsen auch in anderen Organen der Zecken. So stecken sie auch die Eier und die Nachkommenschaft der befallenen Zecke an. Manche der übertragenden Zeckenarten sind »einwirtig«, sie bleiben als Larve, Nymphe und Vollkerf auf ein und demselben Wirt; sie können daher die Babesien auch nicht auf einen anderen Säugetierwirt übertragen. Ohne Ansteckung der Zeckennachkommen wäre den Babesien die Ausbreitung auf neue Wirte unmöglich.

Babesien-Erkrankungen der Haussäugtiere

In den roten Blutkörperchen vermehren sich die Babesien wie die Theilerien in den weißen durch Zweiteilung, doch kommt auch Vierteilung vor. Dabei werden die Blutkörperchen zerstört, ihr roter Blutfarbstoff, das Hämoglobin, wird freigesetzt und im Urin ausgeschieden. Blutharnen ist daher das Kennzeichen aller schweren Babesien-Erkrankungen. Sie gibt es bei allen Haussäugetieren: Rind, Ziege, Schaf, Pferd, Schwein, Hund und Katze, aber ebenso bei zahlreichen wildlebenden, besonders bei Nagern und Fledermäusen. Am gefährlichsten ist *Babesia bigemina*, die das Texasfieber des Rindes verursacht, das keineswegs nur in Texas, sondern auch in Afrika wie überhaupt in allen warmen Ländern der Erde verbreitet ist. Die einheimischen Rinder werden durch frühzeitige Ansteckung meist geheilt; eingeführte europäische Rinder dagegen erkranken an Babesien schwer und viele sterben. Weit in allen warmen Ländern verbreitet ist auch *Babesia canis*, gegen die zwar die einheimischen Hunde durch frühzeitige Ansteckung geheilt werden, die aber für eingeführte Rassehunde oft tödlich ist. Sie wird durch die Zecke *Dermacentor marginatus* übertragen, die auch bei uns in wärmeren Landstrichen vorkommt. Trotz des weiten Wirkungskreises unter den Säugern sind Piroplasmen beider Familien im Menschen noch nicht gefunden worden.

Zum Abschluß dieses Kapitels seien noch einige Hinweise zum Kennenlernen der Einzeller aus eigener Anschauung gegeben. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein Mikroskop (s. S. 86). Die Beschaffung der Einzeller selbst bereitet keine Schwierigkeiten. Jeder Aufguß (s. S. 122) liefert sie in unzählbarer Menge und dazu in einer Fülle von Arten, die in zeitlichem Ablauf ständig wechseln. Der Aufwuchs von Pflanzenteilen und Pfosten aus Tümpeln sowie etwas oberflächlicher Bodenschlamm, in der Thermosflasche nach Hause gebracht und in ein Einmachglas abgefüllt, liefert uns andere Arten von Einzellern über eine lange Zeit. Bei im Winter eingesammelten Proben freilich dauert es einige Tage, bis die als Dauerformen ruhenden Lebewesen im warmen Zimmer zu neuem Leben erwacht sind. Auch schmarotzende Einzeller begegnen dem, der nach ihnen sucht, allenthalben, gibt es doch wohl kaum eine Tierart, die von ihnen verschont bleibt. Nach den Gregarinen im Mehlwurmdarm (s. S. 117) und denen in den Samenblasen der Regenwürmer (s. S. 116) wird man kaum je vergebens suchen, ebenso nach den Opalinen im Enddarm unserer Frösche (s. S. 103). Wer einmal gelernt hat, auch den Einzellern seine Aufmerksamkeit zu schenken, den werden ihre Allgegenwart, ihr Artenreichtum, die Vielfalt ihrer Gestalt in die Fülle ihrer uns durch das Mikroskop erschließbaren Lebensäußerungen immer von neuem überraschen.

Fünftes Kapitel

Mitteltiere und Schwammtiere

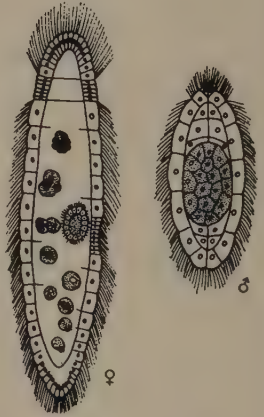
Nur aus einem einfachen Zellschlauch bestehen die MITTELTIERE (Teilreich und Stamm Mesozoa). Er umgibt die Zellen der Fortpflanzung. Ein innerer Hohlraum aber, der die Nahrung aufnimmt, fehlt diesen Tieren noch völlig. Bei ihnen wechseln ungeschlechtliche Schmarotzerformen mit geschlechtlich sich fortpflanzenden, frei schwimmenden Verbreitungsformen. Die letzteren sind stets bewimpert; dagegen unterscheiden sich die ungeschlechtlichen Schmarotzer der beiden Ordnungen: Die Angehörigen der ORTHONECTIDEN (Ordnung Orthonectida) sind in diesem Stadium vielkernige Plasmamassen, in denen sich das Protoplasma um einzelne Kerne verdichtet. Diese Kerne mit dem umgebenden Plasma teilen sich und wachsen zu den Geschlechtstieren heran. Bei den DICYEMIDEN (Ordnung Dicyemida) dagegen sind auch die schmarotzenden Formen bewimpert. Die Orthonectiden schmarotzen in verschiedenen Meerestieren: Strudelwürmern, Schnurwürmern, Gliederwürmern, Weichtieren und Schlangensterne, die Dicyemiden im Harnsack von Tintenfischen.

Die Stellung der Mitteltiere im Tierreich ist ungewiß. Ihr Schmarotzertum in durchweg altertümlichen Meerestieren spricht für ihr hohes Alter in der Stammesgeschichte. Die Einfachheit ihres Baues ist aber noch kein Beweis für ihre Ursprünglichkeit: Schmarotzer neigen allgemein zu dieser Vereinfachung. Verwandtschaft besteht vielleicht zu den Schleimsporentierchen (Myxosporidia, s. S. 133), die in ihrer Vermehrung die Grenze zu den Vielzellern überschreiten.

Hier sei noch ein weiteres, höchst einfach gebautes Tier erwähnt, das aus zwei Lagen nach außen bewimperter Zellen besteht und ein lockeres Zellgewebe in sich einschließt: *Trichoplax adhaerens*. Das Tier kriecht im Meerwasser als formveränderliche Platte umher und vermehrt sich nur durch Teilung, während eine geschlechtliche Fortpflanzung bisher nicht beobachtet wurde.

Wenn man sich nicht gerade als Händler oder Taucher beruflich mit Badeschwämmen befaßt, dann muß man wohl — wie es einmal in einem anderen Zusammenhang der Forscher A. Thienemann sagte — erfüllt sein von der Andacht am Kleinen mit dem Blick auf das Ganze, um sich mit Tieren zu beschäftigen, die so wenig ansprechend erscheinen. Daß die Schwämme zum Tierreich gehören, wurde zum Teil sogar bis in die erste Hälfte des neun-

Teilreich und Stamm
Mitteltiere
von P. Rietschel



Rhopalura: Geschlechtstiere. Im Inneren des Weibchens Entwicklung der Schwärmer, im Inneren des Männchens Entwicklung der Hoden.

Teilreich und Stamm
Schwammtiere
von E. F. Kilian



Dicyema (Dicyemida, s. S. 138): ungeschlechtliche Form, außen Wimperzellen, innen große Achsenzelle, unterhalb der Mitte ihr Zellkern, darüber das Bildungszentrum für die Schwärmer (nach anderer Deutung Männchen, fünf bereits reif).

Schwämme der Vorzeit von E. Thenius

zehnten Jahrhunderts hinein bestritten. Außerdem ist das Wort »Schwamm« (althochdeutsch: swamm) in manchen Teilen Deutschlands auch noch die Bezeichnung für Pilze, mit denen diese Wassertiere nichts zu tun haben. Die Griechen des Altertums, denen die Schwämme wohlbekannt waren, nannten sie *σπογγος* – ein Wort, von dem das lateinische »spongia« abgeleitet ist und das als Stamm in die meisten Sprachen übernommen wurde.

SCHWAMMTIERE (Stamm Spongia) werden als Teilreich der Parazoen (Parazoa) von den Echten Vielzellern (Eumetazoa) unterschieden. Bei diesen fest-sitzenden vielzelligen Tieren von meist wenig eigenständiger Gestalt besteht die Körperwand aus zwei Schichten (Dermallager und Gastrallager); sie bilden nur an den Grenzflächen ein Gewebe (Epithel), durchzogen von Wasserkanälen, die von Poren (porifera = Lochträger) ausgehen und sich in einer gemeinsamen Ausführöffnung (Oscularrohr) vereinigen. Echte Muskel- und Nervenzellen fehlen. Unterschiedliche Zellformen sind schon vorhanden, bilden aber noch keine eigentlichen Organe. KG von wenigen Millimetern bis zwei Meter Durchmesser, auch innerhalb einer Art unter Umständen um mehr als das Hundertfache schwankend. Färbung teils unscheinbar, teils in lebhaften Tönen von Gelb bis Schwarz. Innerer Bau läßt sich von drei Grundtypen ableiten: Ascontyp, Sycontyp und Leucontyp (Abb. S. 173). Mannigfaltige Skelettelemente aus Kalk, Kieselsäure oder Hornstoffen. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Entwicklung, erstere mit typischen Larvenformen von Vielzellern. Etwa fünftausend Arten.

Fossile Kieselschwämme – Gemeinschwämme und Glasschwämme – kennt man bereits aus dem Kambrium. Dagegen erscheinen die ersten Kalkschwämme erst im Devon. Demnach sind die Schwammtiere eine geologisch alte Gruppe. Häufig waren sie in der Trias- und Jurazeit, wo sie gesteinsbildend wirkten. Bekannt sind die Riffe des süddeutschen Jura, die man »Schwammstotzen« nennt, und die der französischen Provence. Stammesgeschichtlich ist bemerkenswert, daß die vorzeitlichen Verwandten der Glasschwämme, die heute die Tiefsee bewohnen (Hexactinellida; s. S. 159), noch im Erdmittelalter Flachmeerbewohner waren.

Zu den Schwämmen zählt man meist auch die erloschenen Gruppen der PLEOSPONGIEN oder ARCHAEOCYATHEN (Klasse Archaeocyatha), sofern man sie nicht als eigenen Tierstamm betrachtet. Von ihnen kennen wir nur das Kalkskelett, das meist die Form eines doppelwandigen, siebartig durchlöcherten Kelches hat. Schon in frühkambrischen Zeiten besiedelten sie einen breiten Meeresgürtel um den ganzen Erdball; sie starben jedoch bereits im mittleren Kambrium wieder aus.

Die heutigen Schwämme von E. F. Kilian

Die systematische Einteilung der heutigen Schwammtiere gründet sich auf die oft stark veränderlichen Skelett-Elemente und ist noch wenig abgeklärt. Wir unterscheiden drei Klassen: Kalkschwämme (Calcarea; s. S. 158), Glasschwämme (Hexactinellida; s. S. 159) und Gemeinschwämme (Demospongia; s. S. 161). Die wichtigsten Ordnungen dieser Klassen sind die der Homocoelen (Homocoela; s. S. 158), Heterocoelen (Heterocoela; s. S. 158), Strahlschwämme (Tetraxonida; s. S. 161), Netzfaserschwämme (Cornacuspongida; s. S. 163) und Baumfaserschwämme (Dendroceratida; s. S. 166).

Es besteht kein Zweifel daran, daß Schwämme echte Vielzeller sind; allerdings gibt es weder lebende noch fossile Formen, die uns einen Hinweis für ihre Entstehung aus anderen Tiergruppen bieten. Ebenso sind keine Beweise dafür vorhanden, daß sich andere Vielzeller unmittelbar von Schwammtieren ableiten lassen. Demnach müssen die Schwämme schon von einer vorerst nur zu vermutenden gemeinsamen Becherlarve (Gastrula) ihren Ausgang genommen haben und sind als Seitenzweig am großen Stammbaum der Vielzeller zu betrachten. Da es ihnen nicht gelungen ist, sich ein übergeordnetes Koordinierungssystem zu schaffen, konnten sie sich über ihren Grundbauplan hinaus nicht höher entwickeln. Wie schon erwähnt, stellen wir die Schwämme als Teilreich der PARAZOA neben die Echten Vielzeller (Eumetazoa), wie es die meisten Zoologen tun. Doch es gibt auch Gründe, die dafür sprechen, daß man auf eine Gegenüberstellung verzichten kann.

Die Larvenform der Schwämme, insbesondere die Art, wie die Becherlarve (s. S. 154) gebildet wird, unterscheidet sich in keiner Weise von der der übrigen Vielzeller. Allerdings heftet sich die Schwamm-Becherlarve mit dem Urmund fest, während die der Hohltiere (s. S. 176) dies mit dem ihm gegenüberliegenden Pol tut. Die heutigen Schwämme stammen wahrscheinlich von frei schwimmenden Formen ab, die ursprünglich kein Skelett hatten und dann glasschwammartig und festsitzend geworden sind. Gelegentlich hat man die Schwämme auch als eine Gemeinschaft von Kragengeißlern (s. S. 98) und Wurzelfüßern (s. S. 103) betrachtet; aber einiges spricht gegen diese Auffassung. Der nur elektronenoptisch sichtbare Feinbau von Zelldifferenzierungen (Geißeln, Mitochondrien, Golgiapparat; s. die folgenden Seiten) ist zwar bei Kragengeißlern, Wurzelfüßern und Schwämmen gleich; aber das gilt auch für die entsprechenden Bildungen bei den höher entwickelten Vielzellern, mit denen die Schwammtiere nach neueren Untersuchungen viele Gemeinsamkeiten in bezug auf die Zusammensetzung ihres Zelleiweißes haben.

Bei den Schwammtieren ist zum erstenmal in der Reihe des Tierreichs — von den Mitteltieren abgesehen — eine Vielzelligkeit aufgetreten und mit einer Arbeitsteilung verbunden. Wir haben von jetzt ab in allen Bänden unseres Werkes Tiere vor uns, deren Zellen für bestimmte physiologische Aufgaben mehr oder weniger spezialisiert sind. Fast in allen Fällen behalten die Zellen aber die Fähigkeit bei, den eigenen Stoffwechsel aufrechtzuerhalten, also durch Verbrennung von Nahrungsstoffen Energie zu gewinnen und sich wenigstens während der Zeit der Entwicklung zu teilen. Die Zellen eines erwachsenen Schwammes verteilen sich auf zwei deutlich unterschiedene Schichten: eine innere (Gastrallager) und eine des Wandbereiches (Dermallager). Im Dermallager sind alle Zellen noch beweglich wie die Wurzelfüßer. In Form und Aufgabe ähneln ihnen weitgehend die Wanderzellen (Amöbozyten; s. S. 140). Sie kriechen mit mehr oder weniger langen Scheinfüßchen im ganzen Schwamm herum und können in fünf Minuten etwa die Strecke ihres Durchmessers zurücklegen.

Von Zellen gleichen Aussehens, die in ihren Jugendstadien noch Einschlüsse von Nahrungsreserven (Dotterkörner) haben, können alle übrigen Zelltypen abgeleitet werden. Derartige Jugendstadien dauern bei den Süßwasserschwämmen ungefähr drei bis vier Tage. Man bezeichnet derartige Zellen

Stellung im Tierreich

Schwammzellen



Junge Wanderzelle mit Dotterkörnern.



Leimzelle (s. S. 141).



Nadelbildnerzelle

daher als Urzellen (Archaeozyten; vom griechischen *ἀρχαῖος* = uralt, ur-sprünglich). Es ist nicht sicher, ob es sich bei den Wanderzellen und den Urzellen um zwei unterschiedliche Zelltypen oder nur um unterschiedliche Funktionszustände handelt. Den Urzellen ähneln die Leimzellen (Collenzyten; vom griechischen *κόλλα* = Leim), die aber meist mit längeren, dünneren Plasmafortsätzen versehen sind und keine Kernkörperchen haben. Sie ordnen sich zu einer Art Bindegewebe des Schwammes (Abb. S. 140).

Verantwortlich für die Bildung von Skelettelementen sind die Skelettbildungszellen (Skleroblasten; vom griechischen *σκληρός* = hart, *βλαστή* = Keim; Abb. nebenstehend). Die Plattenzellen (Pinacocyten) sind flach, haben eine Größe von nur 0,02 bis 0,05 Millimeter und sind von durchscheinendem Plasma ohne besondere Einschlüsse; sie bilden ein Epithel. Es ist das einzige echte Gewebe der Schwämme, das als Abgrenzung des Körpers nach außen hin dient. Die Geschlechtszellen der Schwämme unterscheiden sich nicht von denen, die man auch bei anderen Vielzellern findet. Hochdifferenzierte Zellen sind die Kragengeißelzellen (Choanocyten; vom griechischen *χοάνη* = Trichter; Abb. S. 142); sie kleiden die röhren-, sack- oder kugelförmigen Innenräume (Gastrallager) aus und rufen die Wasserströmung im Schwamm hervor. In ihrer Form wie in ihrer Größe entsprechen sie den schon erwähnten, zu den Einzellern zählenden Kragengeißlern (Choanoflagellaten; s. S. 98), mit denen sie auch den Feinbau gemeinsam haben. Der etwas birnenförmige Zelleib ist 0,005 bis 0,01 Millimeter groß; aus ihm nimmt eine Geißel von einem Grundkorn (Basalkorn) ihren Ursprung, die 0,04 bis 0,06 Millimeter lang sein kann und wellenförmige Bewegungen macht. Sie ist in ihrer unteren Hälfte von einem zarten durchsichtigen Kragen umgeben, der im elektronenmikroskopischen Bild einen Aufbau aus dreißig bis fünfundvierzig Stäbchen zeigt. Außerdem wurden bei den Schwämmen Büschelzellen (Lophocyten) und Zellen mit zusammenziehbaren Fasern (Myocyten) beschrieben; es handelt sich hier aber vielleicht nur um Leimzellen, die besondere Aufgaben übernommen haben. Zwischen den Zellen liegt eine gallertige bis flüssige Grundmasse. Wanderzellen durchdringen sie; ebenfalls sind darin für viele Schwämme Fasern nachgewiesen, die chemisch und in ihrem Feinbau den leimgebenden Bindegewebsfasern (Kollagenfasern) bei den übrigen Vielzellern entsprechen.

Größe und Gestalt

Bei den Schwammtieren ist die Körpergröße innerhalb der einzelnen Art weniger festgelegt als bei jeder anderen Tiergruppe. Einzelne nebeneinander gewachsene Schwämme können bei unmittelbarer Berührung so miteinander verschmelzen, daß ein neuer Organismus entsteht; er ist in seiner Form völlig unabhängig von den beiden — oder auch von mehreren — Ausgangsformen (Abb. S. 142). Deshalb haben die Zoologen schon oft darüber nachgedacht, inwieweit Schwämme Einzeltiere (Individuen) oder Kolonien sind. Strenggenommen lassen sich diese beiden Begriffe nicht oder nur zeitweise auf einen Schwamm anwenden. Dazu kommt noch eine weitere Erscheinung, die im Tierreich einmalig ist: Bei vollständig ausgebildeten Schwämmen können durch chemische Einwirkung oder zum Beispiel Durchpressen durch feine Gaze alle Zellen voneinander gelöst und auch mit denen eines anderen Tieres der gleichen Art vermischt werden; sie ordnen sich dann zu einem

neuen Lebewesen mit sämtlichen Merkmalen der betreffenden Art. Diese Fähigkeit macht die Schwämme unter anderem zu einem bevorzugten Untersuchungsgegenstand der Wissenschaft, der uns mancherlei Einblicke in die Gesetze der Entwicklungsphysiologie verspricht.

Wenn auch die Größe und Form der Schwämme je nach der Art mehr oder weniger veränderlich sind, so lassen sich doch alle Tiere dieses Stammes in ihrem inneren Bau auf die schon erwähnten Grundtypen zurückführen. Wenn wir von einer Becherlarve (s. S. 154) ausgehen, die sich in Richtung der Achse ihrer Einstülpung in die Länge streckt, dann haben wir die äußere Form eines Schwammes vom Ascontyp (Abb. S. 173) vor uns. Junge Kalkschwämme der Art *Leucosolenia coriacea* entsprechen weitgehend diesem Typ. Die Körperwand ist von zahlreichen Poren durchbrochen, die eine Bildung besonderer Zellen (Porozysten) sind. Durch diese Poren strömt Wasser in den Innenraum, der — mit Ausnahme der Poren — geschlossen von Kragengeißelzellen ausgekleidet ist. Das von den Geißeln herausgestrudelte Wasser verläßt den Schwamm durch eine einzige weite Öffnung (Oscularrohr) am oberen Pol des Tieres. Gestützt und verfestigt wird der gesamte Organismus durch dreiaxige Kalknadeln. Zwischen den Plattenzellen der Außenschicht und den Kragengeißelzellen der Innenwand liegen alle zuvor erwähnten typischen Schwammzellen. Nach diesem urtümlichen Typ sind nur einige Kalkschwämme gebaut; sie werden nie dicker als zwei Millimeter und nur wenige Millimeter groß.

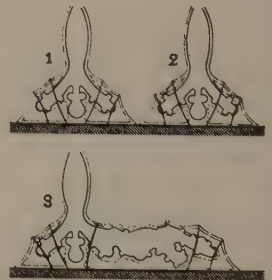
In derselben Klasse der KALKSCHWÄMME — und nur dort — tritt auch der schon etwas weiter fortentwickelte Sycontyp (vom griechischen *σῦκον* = Feige, wegen der Körpergestalt; Abb. S. 173) auf. Hier ist die Wand des immer noch mehr oder weniger becherförmigen Körpers schon dicker angelegt; die Kragengeißelzellen sind auf die sogenannten »Radialtuben« beschränkt, die wie Durchlaufpumpen das Wasser in den Magenraum befördern. Auch der Sycontyp bleibt klein und wird nur selten bis zehn Zentimeter groß.

Erst die Ausbildung eines wurzelartigen verzweigten Kanalsystems mit den daran sitzenden »Förderpumpen« der Geißelkammern schafft die Möglichkeit für ein Wachstum, das nur noch durch statische Verhältnisse begrenzt ist. Dies finden wir beim Leucontyp (vom griechischen *λευκός* = weiß, nach dem alten Gattungsnamen *Leuconia*; Abb. S. 173), bei dem sich zwischen der Deckschicht und dem Mittelraum ein typisches »schwammiges« Gebilde entwickelt. Zuführende Kanäle sind bis in ein kapillares System aufgezwéigt und sorgen für die Verbindung jeder einzelnen Geißelkammer mit dem Wasser des Außenraumes. Von den Geißelkammern geht dann in umgekehrter Richtung ein ebensolches Kanalsystem, das sich immer mehr vereinigt, bis zur gemeinsamen Ausführöffnung (Oscularrohröffnung). Nach diesem Typ ist die Mehrzahl aller Schwämme gebaut, auch die der Kalkschwämme; die größeren Formen erreichen dabei mehr als einen Meter Durchmesser.

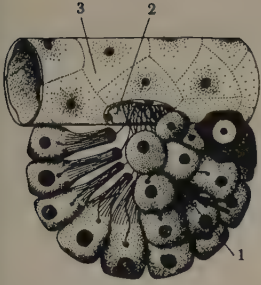
Der Bau und die Funktion einer Geißelkammer lassen sich an den Süßwasserschwämmen (Abb. S. 143) besonders gut beobachten. Man kann diese Schwämme zwischen dem Objektträger eines Mikroskops und einem Deckglas in ganz flachen Räumen züchten. Die Geißelkammer ist hier ein korbförmiges Gebilde aus dicht zusammensitzenden Kragengeißelzellen, deren Stoßkanten



Kragengeißelzelle (s. S. 141).



Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Schwämme (1 und 2) zu einem Exemplar (3). Halbschematische Darstellung (s. S. 141).



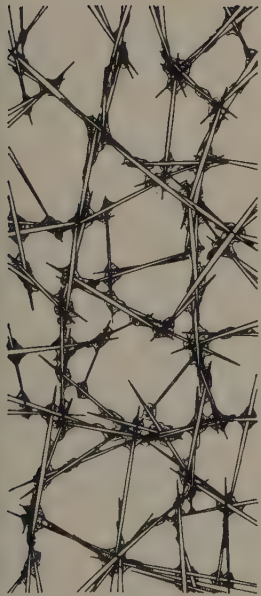
Geißelkammer eines Süßwasserschwammes (in der linken Hälfte ist ein Teil der Kragengeißelzellen wegpräpariert): 1 Einströmöffnung (Pfeil), 2 Kanalöffnung, 3 ausführender Kanal.

ein Sechseckmuster wie bei Bienenwaben ergeben; alle ihre Kragen und Geißeln sind nach der »Korböffnung« (Apopyle) in der Wand des Kanalrohrs gerichtet. Es gibt immer nur eine verhältnismäßig weite Öffnung zu dem ausführenden System hin. In die Geißelkammern gelangt das Wasser durch einige wenige Spalten (Prosopylen) zwischen den Kragengeißelzellen. Die Geschwindigkeit des Geißelschlages liegt oberhalb unserer Sichtgrenze; die Wellenzüge laufen mit einer Frequenz von dreißig bis sechzig je Sekunde über die Geißel hin.

Einige Zahlen veranschaulichen die Förderleistung dieser »Pumpen«: Für einen Schwamm der Art *Leucandra aspera* aus der Familie Leuconidae hat man bei einer Größe von 7,1 Zentimeter die Zahl der Geißelkammern auf zweieinviertel Millionen geschätzt — das entspricht einer Fläche von 52,5 Quadratzentimeter. Die Gesamtförderung betrug täglich 22,5 Liter. Ein Schwamm der Art *Suberites domuncula* hatte beispielsweise bei einem Rauminhalt von sechzig Kubikzentimeter eine Tagesleistung von zwölf Liter. In derselben Größenordnung liegt die Leistung gleichgroßer Süßwasserschwämme. Für eine Ausfuhröffnung (Oscularrohr) von *Ephydatia fluviatilis* mit einem Durchmesser von 0,08 Millimeter maß ich einen Wasserzufluß von 4,5 Kubikzentimeter in vierundzwanzig Stunden.

Dieses System der Wasserströmung mit einem Unterdruck in den einführenden und einem Überdruck in den ausführenden Kanälen müßte sofort in sich zusammenfallen, wenn nicht die Körperform durch ein besonderes Skelettsystem aufrechterhalten würde. Schon manche Einzeller besitzen Schutz- und Stützgebilde für den Zellkörper; die von ihnen verwendeten Stoffe — Kalk, Kieselsäure und hornartige Substanzen — finden wir sowohl bei den Schwämmen als auch in mehr oder weniger großem Maße im ganzen übrigen Tierreich wieder. Die chemische Beschaffenheit des Skeletts hat man früher als ausschließliche Grundlage für die systematische Einteilung der Schwämme in Kalk-, Kiesel- und Hornschwämme benutzt. Aber die Formenmannigfaltigkeit der einzelnen Teile des Skeletts ist außerordentlich groß, und es besteht keine direkte Abhängigkeit von ihrer chemischen Zusammensetzung. So können zum Beispiel einfache Nadeln aus Kalk, Kieselsäure oder dem hornähnlichen Spongiolin bestehen.

Während die meisten Arten ein sehr einförmiges und wenig charakteristisches Aussehen haben, sind die Bausteine des Skeletts fast immer hochdifferenzierte Gebilde. Man bezeichnet sie als »Nadeln« — was sie der Form nach nicht immer sind — oder »Spicula« (vom lateinischen spiculum = Stachel) beziehungsweise Sklerite (vom griechischen σκληρός = hart). Die Spicula werden innerhalb einer Zelle (Skleroblast) oder von vielen Zellen gemeinsam gebildet. Ihre Form läßt sich bei den Kalkschwämmen aus den Kristallachsen und Kristallflächen ableiten; Kalknadeln bestehen zu rund fünfundachtzig vom Hundert aus Kalzit (CaCO_3). Man muß sich vorstellen, daß die lebende Zelle alle Stellen des Kristalls »abnagt«, die nicht der erblich festgelegten Form der Nadeln entsprechen. Die Kieselnadeln bestehen zu rund neunzig vom Hundert aus Kieselsäure (SiO_2), die um einen Achsenfaden aus organischen Stoffen abgelagert wird. Ihre Bildungsgesetze sind uns vorerst noch völlig unbekannt.



Skelett (Ausschnitt) eines Teichschwammes. Die Nadeln sind mit Spongiolin (punktiert) verkittet (s. S.

Aus verständlichen Gründen schildern wir in diesem Werk meist nur Schwämme von einprägsamer Gestalt. Kalk- und Kieselnadeln können eine Größe von 0,01 Millimeter bis zwanzig oder vierzig Zentimeter, bei der Gattung *Monoraphis* (s. S. 160) sogar bis drei Meter haben. Häufig sind Größen von 0,2 bis 0,3 Millimeter. Die Kieselnadeln werden bei den NETZFASERSCHWÄMMEN (Ordnung Cornacusspongida) mit Spongiolin verkittet, dessen Hauptbestandteil ein jodhaltiges Gerüsteiweiß (Spongin mit anderthalb bis vierzehn vom Hundert Jod; Abb. S. 143) ist. Spongiolin kann auch mit oder ohne Einlagerung in Form von langen Fasern zum ausschließlichen Skelett werden, so beim Badeschwamm (s. S. 165). Außer der Stützaufgabe bietet das Skelett auch einen erheblichen Schutz gegen Feinde.

Die Färbung der Schwämme beruht entweder auf Algen, die in Symbiose (s. S. 156) mit ihnen leben, oder — in der Mehrzahl der Fälle — auf Farbstoffen. Folgende solcher Farbstoffe wurden bei Schwämmen nachgewiesen: Spongioporphyrin, Floridine (Farbe rosenrot mit violetter oder grüner Fluoreszenz), Uranidine (meist gelb, verwandeln sich leicht in braun- bis braunschwarzgefärbte Stoffe), außerdem Lipochrome (meist rot oder gelb) und Farbstoffe noch unbekannter Gruppenzugehörigkeit.

In ihrer Nahrungsaufnahme sind alle Schwämme Strudler und Filterer. Der von den Geißelzellen erzeugte Wasserstrom führt sämtliche im Wasser schwebenden Teilchen oder Kleinlebewesen in den Schwammkörper, soweit sie durch die Poren der Außenhaut hindurchgehen können. Diese Poren werden aus der ringförmigen Porenzelle und einem Spalt zwischen den Zellen der darunterliegenden Deckschicht gebildet. Ihre Größe schwankt bei den kleinen Arten und auch innerhalb gewisser Grenzen bei jedem Einzeltier zwischen 0,005 bis 0,2 Millimeter, meist zwischen 0,05 und 0,2 Millimeter. Sie können in wenigen Sekunden geschlossen werden. Auf diese Weise ist es möglich, schädliche Stoffe zumindest für Stunden am Eindringen zu hindern. Die einzelne Schwammzelle kann zwischen verdaulichen und unverdaulichen Stoffen unterscheiden. Über die Nahrung der Schwämme haben wir im einzelnen keine genauen Kenntnisse. In Frage kommen Bakterien und Einzeller, kleine tierliche und pflanzliche Schwebewesen, organische Abfallteilchen und auch — wie neuerdings nachgewiesen wurde — gelöste organische Stoffe.

Der Weg der Nahrungsteilchen läßt sich bei den Süßwasserschwämmen gut verfolgen. Durch die zahlreichen Poren der Außenhaut, die ihr ein fast netzförmiges Aussehen verleihen, strömen mit dem Wasser die Partikel mit großer Geschwindigkeit in den darunterliegenden Zwischenraum (Subdermalraum). Von da aus verteilt sich das nahrungshaltige Wasser auf die Kanäle, an deren Wänden die Geißelkammern sitzen. In diesem einführenden System befinden sich neben anderen die Wanderzellen. Sie nehmen entweder direkt bei der ersten Berührung durch Umfließen (Phagozytose) die Teilchen auf — und zwar sind dies meist die größeren —, oder sie übernehmen die Nahrungsstoffe von den Kragengeißelzellen. Bei diesen setzen sich vor allem kleinste Teilchen an der Außenwand des Kragens — aber nie im Innern — ab; von dort aus werden sie durch Strömungen im Plasma in den eigentlichen Zelleib gebracht, in Bläschen (Vakuolen) eingeschlossen und zum größten Teil innerhalb kurzer Zeit (einige Minuten bis einige Stunden) aus-

▷
Axinella cannabina, ein baumförmig verzweigt wachsender Netzfaser-schwamm des Mittelmeeres.

▷▷ und ▷▷▷

Der Strahlschwamm *Spirastrella cunctatrix*, in allen Weltmeeren verbreitet, siedelt bevorzugt an schattigen Felswänden und in Höhlen (rechts). Eine Nahaufnahme (links) zeigt die großen, von den Mündungsöffnungen ausgehenden Kanäle.

▷▷▷▷

Links, von oben nach unten:

Lebendes mikroskopisches Präparat des Süßwasserschwammes *Ephydatia muelleri*, zwischen zwei Glasplättchen gezüchtet.

Wabenkalkschwamm (*Sycon*, vgl. S. 158).

Teichschwamm (*Spongilla lacustris*, s. S. 164).

Hemimyscale columella siedelt in Form gallertig weicher Polster in Höhlen, Spalten und auf der Unterseite von Steinen.

Rechts, von oben nach unten:

Meerorange (*Tethya aurantium*, s. S. 162), rechts ein halbiertes Tier, dessen Schnittfläche der Orange ähnelt.

Myxilla rosacea, ein Netzfaserschwamm.

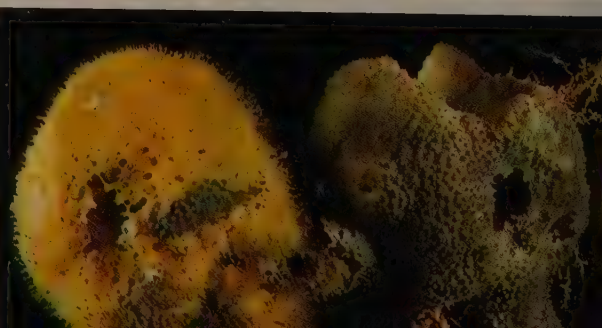
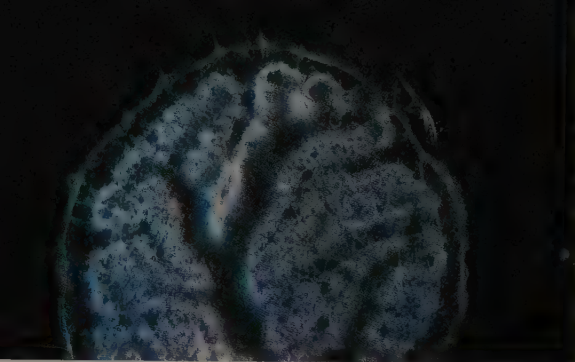
Ephydatia muelleri.

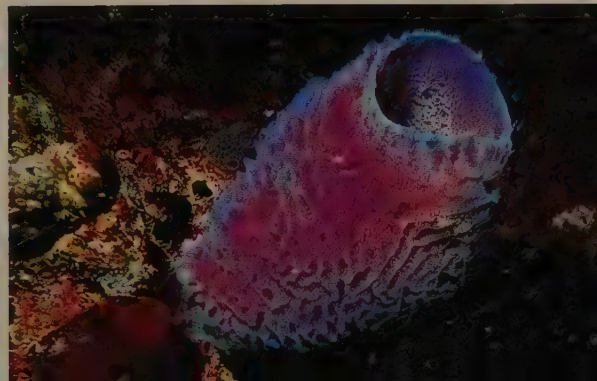
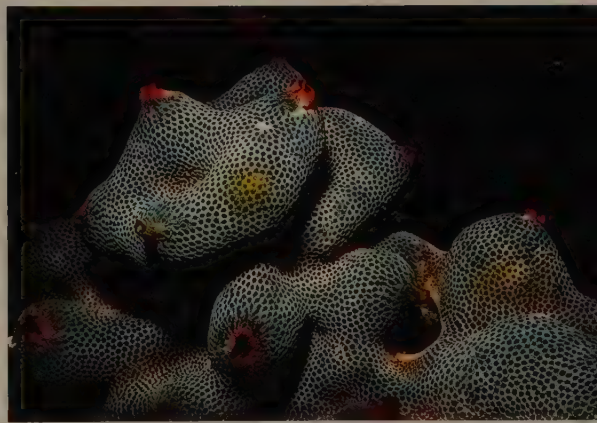
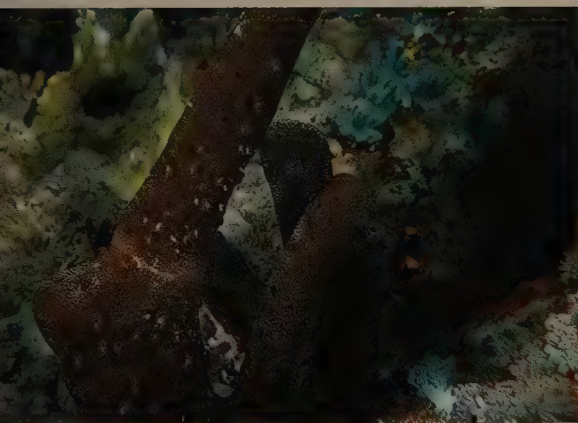
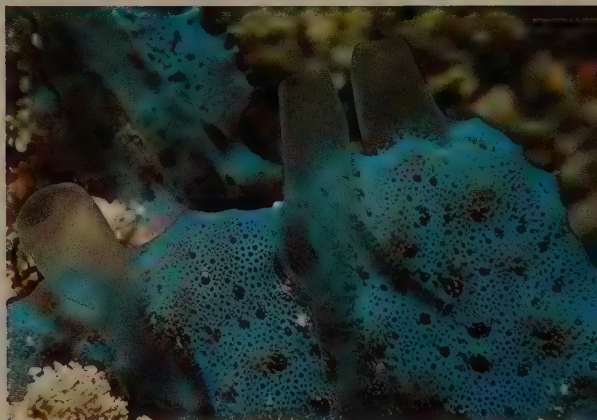
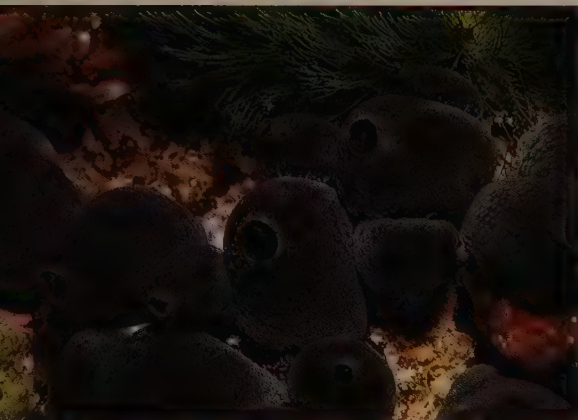
Dalmatiner Schwamm (*Spongia officinalis*, s. S. 165).

















<1
Ein Schwamm (Demospongiae, s. S. 161) aus der Karibischen See.

<<1 und <<1
Röhrenschwammkolonie (*Leucosolenia*, vgl. S. 158) von der Küste Korfus.

<<<1
Links oben:
Calyx nicaeensis, ein becherförmiger Netzfaser-schwamm.

Links, zweites Bild von oben — rechts, zweites und drittes von oben:
Tropische Schwämme (Demospongiae, s. S. 161) von der australischen Küste.

Links, drittes Bild von oben:
Schwamm (Demospongiae, s. S. 161) des Roten Meeres in der Gegend von Jeddah aus 5 m Tiefe.
Links unten:
Schwamm (Demospongiae, s. S. 161) vom Golf von Akaba aus 30 m Tiefe.

Rechts oben:
Als gelbes Netzwerk überzieht der Kalkschwamm *Clathrina coriacea* den Untergrund, schräg darüber breitet sich wie eine rote Kruste *Spirastrella cunctatrix* aus.

Rechts unten:
Tropischer Schwamm (Demospongiae, s. S. 161) aus der Karibischen See.

geschieden oder an die Wanderzellen weitergegeben, die den Transport und die Verteilung innerhalb des ganzen Schwammes besorgen. Die Verdauung in den Zellen erfolgt nun in gleicher Weise wie bei den Einzellern (s. S. 90). Unverdauliche Reste werden in eine äußerst dünne Plasmahülle eingeschlossen und von den Zellen — vor allem von den Wanderzellen, die sich dann zu den Wänden der ausführenden Kanäle drängen — ausgestoßen. Eigene Ausscheidungsorgane gibt es bei den Schwämmen nicht.

Über die Höhe des Stoffumsatzes sind wir kaum unterrichtet. Nur bei den Süßwasserschwämmen wird deutlich, daß sie nährstoffreiche Gewässer bevorzugen. Eine Gefahr für alle Schwammtiere sind Schwebestoffteilchen in hoher Dichte, weil dadurch das feine Filtersystem für längere Zeit verstopft werden kann. Auch für die Versorgung des Schwammes mit Sauerstoff und für den Abtransport der Kohlensäure ist die Voraussetzung eine durchgehende Wasserströmung. Hierbei ist jede Zelle gleichfalls noch selbständig; ein besonderes Atmungssystem ist nicht vorhanden. Verdauungsenzyme sind Erzeugnisse der einzelnen Zellen; nachgewiesen wurden Amylase, Invertase, Lipase, Erepsin, Labenzym und Tyrosinase. Als Stoffwechselabfall tritt bei den wenigen in dieser Hinsicht untersuchten Arten (u. a. die Gattung *Suberites*) Ammoniak auf, während Harnstoff und Harnsäure nicht festgestellt werden konnten. Einige Arten wirken giftig, so der Korkschwamm *Suberites domuncula*, vielleicht steht dies in Zusammenhang mit dem Symbioseverhältnis zu den Einsiedlerkrebsen. Der Preßsaft von Süßwasserschwämmen (*Ephydatia fluviatilis*, *Ephydatia muelleri*, *Spongilla lacustris* und *Spongilla fragilis*) tötet sogar Mäuse (innerhalb von drei bis zwanzig Stunden) und Meerschweinchen (in vierundzwanzig bis achtundvierzig Stunden), wenn er in deren Bauchhöhle eingespritzt wird.

Obwohl Schwämme keine eigentlichen Muskelzellen und auch keine Nervenzellen haben, zeigen sie trotzdem Reizerscheinungen. Sie ziehen auf mechanische und elektrische Reizung, auf Wärme- und Lichtreize hin den ganzen Körper oder zumindest Körperteile zusammen, in erster Linie die Ausfuhröffnung, die Poren und schließlich das Kanalsystem. Diese Bewegung läuft aber wesentlich langsamer ab (einige Sekunden bis Minuten) als bei Tieren mit einem Nervensystem. Solche Antworten auf Reize sind entweder eine Fähigkeit des Protoplasmas im allgemeinen, oder die Schwämme haben ein uns noch unbekanntes Reizleitungssystem. Junge Schwämme antworten auf einseitige Beleuchtung, indem sie sich entweder durch langsame Kriechbewegung auf kurze Strecken vom Licht wegbewegen, so der Süßwasserschwamm *Ephydatia fluviatilis* und andere, oder — sofern es sich um Arten handelt, die hellere Standorte vorziehen wie *Heteromeyenia* — indem sie auf die Lichtquelle zuwandern.

Untersuchungen in untermeerischen Höhlen, vor allem in der Adria, haben gezeigt, daß sich viele Arten nur in dunklen oder wenigstens stark schattigen Lebensräumen ansiedeln. Lediglich die mit Algen vergesellschafteten Schwämme (s. S. 156) wachsen an verhältnismäßig durchlichteten Stellen. Die Larven der Kalkschwämme *Sycon raphanus* (vgl. S. 158) und *Sycon setosum* schwimmen zum Licht hin; die meisten Larven der übrigen Schwämme dagegen sprechen negativ auf Licht an. Es gibt aber Hinweise dafür, daß

diese Reaktion von einer bestimmten Helligkeit ab auch umschlagen kann. Gelegentlich wurde sogar beobachtet, daß sowohl Süßwasser- als auch Meereschwämme im Aquarium ohne erkennbaren Grund Ortsveränderungen vornehmen. Sie benötigen dann für eine Strecke von wenigen Zentimetern mehrere Wochen.

Die Mehrzahl der Schwämme kann sich geschlechtlich und ungeschlechtlich fortpflanzen. Besonders bei Süßwasserschwämmen ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung von überwiegender Bedeutung. Allerdings sind unsere Kenntnisse über die Geschlechtsverhältnisse bei den Schwammtieren noch sehr lückenhaft. Unter den Süßwasserschwämmen gibt es zum Beispiel getrenntgeschlechtliche und zwittrige Arten. Die Befruchtung der Eizellen findet im mütterlichen Körper statt; die Samenzellen werden mit dem Wasserstrom zu ihnen getragen.

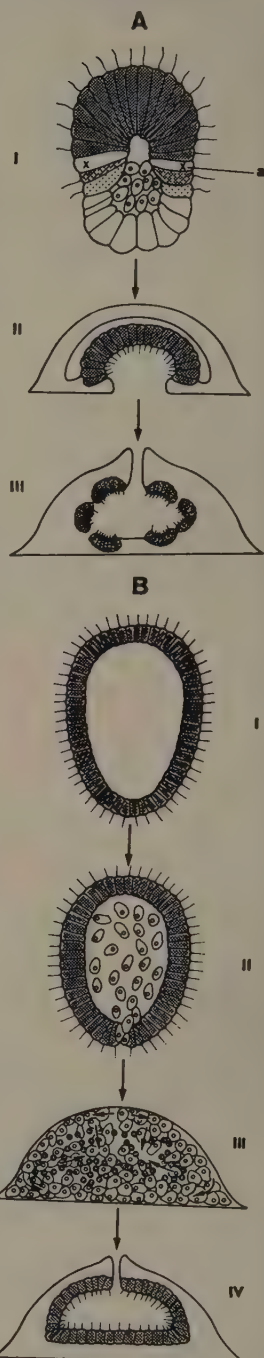
Bei den einzelnen Schwammgruppen verläuft die Entwicklung in verschiedener Weise. Zunächst bilden sich aus dem Ei die ersten Furchungsstadien und aus ihnen die Hohllarve (Blastula). Bei den Kalkschwämmen und urtümlichen Gemeinsschwämmen, zum Beispiel *Oscarella* (s. S. 161), entsteht eine bewimperte Coeloblastula (0,05 bis 0,08 Millimeter groß bei den Kalkschwämmen und zwei Millimeter bei *Oscarella*), die den mütterlichen Körper verläßt und an dem beim Schwimmen hinten liegenden Körperabschnitt geißellos bleibt. Diese Larve setzt sich mit dem vorderen begeißelten Pol fest und stülpt sich an dieser Stelle nach innen ein, worauf sich der zunächst entstandene Urmund schließt. Bei den zu den Kalkschwämmen gehörenden Homocoelen (s. S. 158) wächst nun die Becherlarve (Gastrula) schornsteinartig in die Höhe, und die eingestülpten Zellen werden zu Kragengeißelzellen, die das einheitliche Gastralager bilden.

Gleichfalls zu den Kalkschwämmen gehören die Heterocoelen (s. S. 158). Sie bilden zunächst einen Kranz von Blindsäcken, die zu Radialtuben werden. Bei einigen Arten der Gattung *Leucosolenia* wandern bereits während der Schwimmperiode von einem oder mehreren Punkten Zellen in den Hohlraum der Blastula ein (unipolare oder multipolare Einwanderung). So hat die Larve beim Festsetzen sofort einen größeren Vorrat an Zellen für den Aufbau der Hautschicht zur Verfügung.

Noch weiter gehen die Vorbereitungen für die Bildung des Hautlagers (Dermallagers) bei vielen Arten der Netzfaserschwämme (s. S. 163). Dort wird eine Sterroblastula (Voll-Larve mit geschwundener Höhle) bezeichnete Larve im mütterlichen Schwamm gebildet, aus der dann eine gleichmäßig begeißelte Larve (Parenchymularlarve, bis 0,8 Millimeter groß) hervorgeht; sie enthält schon Wanderzellen und Skelettelemente. So ausgerüstet verläßt die Larve das Muttertier. Bei den Süßwasserschwämmen finden wir in der Parenchymularlarve (etwa 0,75 Millimeter groß) auch schon Geißelkammern, wenn sie den mütterlichen Schwamm verläßt. Die Schwammlarven setzen sich im allgemeinen nach einer Schwimmperiode von vierundzwanzig Stunden fest; die Schwimmzeit kann sich aber auch auf zwei bis fünf Tage verlängern. Nur etwa drei Tage dauert die gesamte Umwandlung von der Larve zum fertigen Jungschwamm.

Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung werden entweder Knospen der

Umwandlung der Larve
von Kalkschwämmen:



A Bei *Leucosolenia*, *Sycon* u. verwandten Gattungen.
B Bei *Clathrina*. I Hohllarve, mit geißellosen ...



Schwimmlarve eines Süßwasserschwammes.



Lophocalyx philippensis mit Knospen.



Dauerknospe (Gemmula) des Teichschwammes.

... Blastodermzellen (a-x), II Parenchymalarve, III festsitzende Larve (frühes Gastrulastadium), IV junge Asconform.

verschiedensten Formen oder auch wurzelartige Ausläufer gebildet, die sich dann vom Ausgangstier lösen; es gibt auch Dauerknospen (Gemmulae), die bei den meisten Süßwasserschwämmen und bei einigen Meeresschwämmen auftreten, zum Beispiel beim Korkschwamm (*Suberites ficus*). Solche Dauerknospen sind Anhäufungen von in sich nicht unterschiedenen Körperzellen, um die eine feste Hülle aus Spongiolin (s. S. 144) gebildet wird. Sehr unterschiedlich sind die Dauerknospen der Süßwasserschwämme gebaut (s. S. 164); sie kennzeichnen die einzelnen Arten und stellen die wesentlichste Hilfe für eine systematische Bestimmung dar.

Über die Wachstumsgeschwindigkeit der Schwammtiere gibt es nur wenig Beobachtungen; sie sind oft nicht vergleichbar, weil durch Knospung oder Teilung von Einzeltieren oder auch durch Vereinigung (s. S. 141) Größenverhältnisse geschaffen werden, die man nur schwer übersehen kann. Auch die Wassertemperatur und das unterschiedliche Nahrungsangebot spielen dabei eine große Rolle. Recht schnell wachsen offensichtlich die wenig massigen Vertreter des Ascon- und Sycontyps bei den Kalkschwämmen. An der holländischen Küste erreichte ein Wabenkalkschwamm der Art *Sycon ciliatum* in vierzehn Tagen eine Höhe von fünfunddreißig Millimeter. Im Berliner Aquarium vergrößerte sich *Dysidea spinifera* innerhalb eines Jahres von dreizehn mal zehn Zentimeter auf zweiunddreißig mal zwanzig Zentimeter. Für marktfähige Badeschwämme von dreißig Zentimeter Umfang rechnet man mit einem Alter von sieben Jahren. Süßwasserschwämme, die aus einer Larve oder einer Dauerknospe hervorgegangen sind, benötigen rund zwei Monate für eine Flächenbedeckung von etwa einem Quadratzentimeter.

Ebenso schwierig ist es, das Alter und den natürlichen Tod bei den Schwämmen zu bestimmen. Es gibt Hinweise dafür, daß Badeschwämme mit einem Meter Durchmesser fünfzig und mehr Jahre alt sind. Den Schwammtieren fehlen zwar die Nervenzellen, die bei den höheren Tieren zum großen Teil den Alterstod bedingen; trotzdem scheinen auch sie an »Alterschwäche« zu sterben. Eine solche »Altersschwäche« sieht meist wie folgt aus: Die Verdünnung im mittleren Teil des Tieres nimmt zu, bis es zum Durchbruch kommt. Dann können die Randteile noch Wochen und Monate weiterleben, lösen sich aber allmählich in immer kleinere Fetzen auf. Dabei verändert sich die Farbe nur selten. Hierbei kann es sich nicht um Außeneinflüsse handeln; denn im Aquarium können andere Schwämme derselben Art zur gleichen Zeit wachsen. Bei den meisten Süßwasserschwämmen tritt die Bildung von Dauerknospen unabhängig von Außenbedingungen nach drei bis fünf Monaten ein, und die restlichen Schwammzellen gehen dabei zugrunde.

Meeres- und Süßwasserschwämme haben verhältnismäßig wenig natürliche Feinde. Gelegentlich findet man Stücke und Nadeln von Schwämmen im Magen von Fischen; aber im allgemeinen scheinen die Schwammtiere gemieden zu werden. Allerdings werden sie öfters durch starke Wasserbewegungen oder darüber kriechende Schnecken und andere Tiere zerstört; aber ihr Wiederherstellungsvermögen ist so groß, daß solche Verletzungen – gleich welchen Ausmaßes – in der Mehrzahl der Fälle schnell wieder ausheilen können. Besonders widerstandsfähig sind Schwämme gegen radioaktive Strahlung. *Leucosolenia complicata* und *Leucosolenia variabilis* vertragen

fünfzehn bis siebzehn Tage lang eine um das etwa Tausendfache höhere Dosis als der Mensch — nämlich 100 kr β -Strahlen (90 Sr + 90 Y).

Man findet Vertreter aus den verschiedensten Tiergruppen mit Schwämmen vergesellschaftet, wobei es oft unklar ist, wieweit dies auf Zufall beruht oder nicht. Regelmäßige Beziehungen zwischen Schwämmen und anderen Tieren sind bis heute nur in wenigen Fällen bekanntgeworden. Schon die ältesten Erforscher der Schwämme im 19. Jahrhundert erwähnen, daß die Larve des Netzflüglers *Sisyra*, ein etwa einen Zentimeter langes grünes Tier, in und auf Süßwasserschwämmen vorkommt, ebenso wie Eier und Larven der Süßwassermilbe *Unionicula crassipes*, die als echter Schmarotzer aufzufassen ist. Auch für Meeresschwämme sind schmarotzende Milben aus der Familie Halacaridae beschrieben worden. Man trifft in der freien Natur, vor allem aber in Aquarienkulturen von Süßwasserschwämmen der Gattungen *Ephydatia* und *Spongilla*, die ein bis wenige Millimeter großen Gliederwürmer *Aelosoma* und *Naïs* (Ordnung Wenigborster; s. S. 371 u. 372); sie kriechen um und auf den Schwammkörpern umher und dringen gelegentlich auch in einen größeren Kanal ein. Aber es ist auffällig, daß es sich dabei hauptsächlich um wenig lebenskräftige Schwämme handelt. Ähnlich scheint die Lage für einige räuberisch lebende Wimpertierchen zu sein, welche man an Schwämmen findet. Bachflohkrebse aus der Familie Leucothoidae sind als Schmarotzer an Süßwasserschwämmen bekanntgeworden. Kolonien von Moostierchen (Bryozoa; s. Band III, S. 238) und Spongillen wachsen gelegentlich eng miteinander verflochten; der ausgezeichnete polnische Süßwasserschwamm-Forscher Wierzejski beobachtete, daß in diesem Fall die Schwämme Skelettbaustoffe sparen und deshalb üppiger wachsen.

Schmarotzer
in Schwämmen

Zweimal hat man Schwämme als Ort der Brutpflege eines Fisches beobachtet. In den Binnengewässern Chiles legt der nur dort einheimische kleine Barsch *Percilia gillissi* seine Eier in die Kanäle von *Spongilla igloviiformis*, und das Männchen bewachte die Brut bis zum Ausschlüpfen; an den Küsten der Keys Südfloridas legt der Schleimfisch *Paraclinus marmoratus* seine Eier auf oder in dem Schwamm *Verongia fistularis* ab. In beiden Fällen sind die Fischeier geschützt und ständig vom Wasserstrom umspült untergebracht.

Fischeier in Schwämmen

Eine spezifische Lebensgemeinschaft besteht zwischen den Einsiedlerkrebsen der Gattung *Eupagurus* und dem Schwamm *Suberites ficus* (s. S. 162), der allmählich das ganze Schneckengehäuse umwächst und eine Vergrößerung der Krebswohnung bewirkt. Ein ähnliches Verhältnis liegt bei dem Häuschenschwamm *Suberites domuncula* (vgl. Abb. S. 162) vor, der im Mittelmeer mit dem Augenfleck-Einsiedlerkrebs (*Paguristes oculatus*) vergesellschaftet ist. Der Schwamm wächst häufig im Sinne der Spirale des Schneckengehäuses weiter. Sehr auffällig ist die Vergesellschaftung von Schwämmen und bestimmten einzelligen Algen, die früher meist insgesamt als Zoochlorellen und Zooxanthellen beschrieben wurden. Von grünen Süßwasserschwämmen liegen ein Reihe von Beobachtungen und Untersuchungen vor; aber auch hier ist vorerst noch keine abschließende Deutung möglich. Die ursprüngliche Vermutung, daß die Algen aus den Abbaustoffen der Süßwasserschwämme Nutzen zögen und die Schwämme den freigesetzten Sauerstoff verwerteten, konnte nicht bestätigt werden. Algenhaltige Dauerknospen (Gemmulae) keimen schneller und in

Vergesellschaftung
mit Algen



Einachsige Kalknadeln

größerem Hundertsatz aus als solche von algenfreien Schwämmen. Vor allem der Teich-Süßwasserschwamm (*Spongilla lacustris*) wird häufig grün angetroffen. In seinen Zellen findet man die mikroskopisch kleinen Algen der Gattung *Chlorella* (0,003—0,008 Millimeter groß); aber sie leben auch im freien Wasser. Im Versuch kann man algenfreie Schwämme mit *Chlorella* anstecken, die sich sogar in ihren Wirtszellen vermehren, wenn sie bei ausreichender Belichtung gehalten werden; grüne Schwämme verlieren oder verdauen ihre Algen nach wenigen Wochen der Haltung im Dunkeln.

Was bei der »Badiaga-Droge« (s. S. 164) als kosmetische Wirkung der Süßwasserschwämme beabsichtigt ist, kann im Übermaß zu Hautkrankheiten führen, die von den Fischern und Badenden an der Theiß, von Seen und Teichen des Balkans und aus dem Amazonasgebiet bekannt sind. Bei der Spongilliden-Spicula-Hautkrankheit dringen aus dem aufgewirbelten Wasser oder von trockenen Teichböden her mit dem Staub die mikroskopisch kleinen Schwammnadeln in die Haut ein, vor allem an den Stellen, wo sie sich scheuert, und es kommt zu einer stark juckenden Hautentzündung, die manchmal Hautknötchen bildet und durch eingedrungene Krankheitserreger verschlimmert werden kann. Besonders unangenehm sind die Nadeln und Skelettbruchstücke des im ganzen Amazonasgebiet verbreiteten Schwammes *Drulia* (*Parmula*) *brownii* (s. S. 164), die gelegentlich von den trockengefallenen Schwämmen mit dem Wind verbreitet werden und Reizungen der Nasen- und Augenschleimhaut verursachen.

In Brasilien verreiben die Indianer Süßwasserschwämme mit Fett und Mehl und geben dieses Erzeugnis Hunden als Bandwurmmittel ein; aber oft stirbt dabei mit dem Bandwurm auch der Hund. So nimmt es nicht wunder, daß diese Hausmittel sogar gelegentlich den Speisen zugesetzt und damit für Verbrechen benutzt werden. Süßwasserschwämme machten sich in einer Reihe von Fällen in Wasserleitungen und Wasseraufbereitungsanlagen störend bemerkbar, indem sie Röhren und Filter verstopften.

Unter den Meeresschwämmen gibt es einige Arten in Westindien, die als »Brennschwamm« bekannt sind; sie verursachen beim bloßen Berühren neselartige starke Schmerzen. Vor allem der Hornschwamm *Fibula nolitangere* als Bewohner des Flachwassers ist besonders unangenehm. Die graubraunen, kopfgroßen Gebilde zerreißen leicht; ihre Reizwirkung beruht auf einem noch unbekannten chemischen Stoff. Die Nackttaucher unter den Mittelmeer-Schwammfischern fürchten die Zervosse Krankheit — nach ihrem verdienstvollen Erforscher Skevos Zervos benannt —, die schon um die Mitte des 19. Jahrhunderts unter dem Namen Vromo-Krankheit in Kreta bekannt war, besonders und schreiben sie zu Unrecht den Schwämmen zu. Diese juckende Hauterkrankung, die sich zu eitrigen Geschwüren und Brand steigern kann, wird aber durch die oft auf den Bade- und Pferdeschwämmen sitzende Seeanemone *Sargatia elegans* verursacht.

Viele Schwämme sind weltweit verbreitet, und es ist nur eine Frage ausreichender Probenentnahmen und Beobachtungen, um sie festzustellen. Die bevorzugten Lebensbereiche sollen hier bei der Schilderung der einzelnen Ordnungen und Familien erwähnt werden. Durch den Menschen gefährdet sind die Schwämme, wie jedes andere Leben im Meer und in den Binnengewäs-

sern, durch die zunehmende Verschmutzung und Verseuchung mit Chemikalien und Giftstoffen. Eine vorläufige Rettung für die Badeschwämme sind die Schwämme aus Kunststoffen.

Wie für die meisten Klassen und Ordnungen der Wirbellosen, so findet man auch für das System der Schwämme in gleichzeitig erschienenen Büchern unterschiedliche Einteilungen. Eine endgültige Klärung konnte bisher nicht gefunden werden, weil die Systematiker entweder nach möglichst genauer stammesgeschichtlicher Einordnung trachten oder von mehr praktisch zu handhabenden Unterscheidungsmerkmalen ausgehen. Beispielhaft hierfür ist die Klasse der KALKSCHWÄMME (Calcarea).

Bis heute hat man rund fünfhundert Arten von Kalkschwämmen beschrieben. In einer im Jahre 1963 erschienenen Bearbeitung ist diese Zahl auf 22 Gattungen mit insgesamt 46 Arten verringert worden. Das Skelett besteht aus Kalknadeln, bei denen Dreistrahler mit einem Winkel von hundertzwanzig Grad zwischen den Achsen vorherrschen. Diese Skelettelemente liegen einzeln im Gewebe, nur bei der Ordnung PHARETRONIDA — die in der oben erwähnten Schrift nicht den Kalkschwämmen zugerechnet wird — sind sie mit einem Kalkzement untereinander verbunden. Alle Kalkschwämme sind auf den Bereich des flachen Wassers beschränkt und gehen kaum unter hundertfünfzig Meter Tiefe.

Klasse
Kalkschwämme

Eine der häufigsten Arten in sauberem, bewegtem Wasser ist die zu den HOMOCOELN (Ordnung Homocoela, Familie Homocoelidae) gehörende *Leucosolenia botryoides*, ein Ascontyp (Abb. S. 173), der je nach dem Standort von sehr wechselnder Gestalt sein kann; die Asconen wachsen immer nur einige Millimeter bis zwei Zentimeter hoch. Es sind zarte, dünne Röhren von weißlicher oder gelber Farbe, die untereinander ein ausgebreitetes Netzwerk bilden können. Man findet diese Art bis in etwa zwanzig Meter Tiefe auf und unter Steinen, vor allem in kleinen Höhlen und Nischen von der Wasserlinie ab im Mittelmeer und Atlantik, in der Antarktis und bei Neuseeland.

Ordnung
Homocoelen

Die Vertreter der WABENKALKSCHWÄMME (Ordnung Heterocoela, Familie Sycettidae) stellen den Sycontyp dar; die Kragengeißelzellen sind bei ihnen auf die sogenannten Radialtuben beschränkt. *Sycon ciliatum* (vgl. Abb. S. 148) wächst meist einzeln oder durch Knospung an der Basis in Stücken von zwei bis vier Einzelwesen. Der Körper ist sackförmig, die Ausfuhröffnung endständig und von einem Kranz langer Nadeln umgeben. Diese im allgemeinen einen halben bis zwei Zentimeter großen Schwämme haben eine borstige Oberfläche und sitzen häufig Algen oder Steinen auf. Sie meiden durchsonnte Standorte. *Sycon ciliatum* ist weltweit verbreitet und kommt von der Gezeitenzone bis in zweihundertfünfzig Meter Tiefe vor.

Ordnung
Wabenkalkschwämme

Zur gleichen Ordnung zählen die nach dem Leucontyp gebauten KNOLLENKALKSCHWÄMME (Familie Leuconidae); sie sind schon zu massigem Wachstum befähigt und bilden teils dickwandige Krusten oder Knollen, teils strauchige Einzeltiere. *Leuconia nivea* überzieht als dünn ausgebreitete Krusten flechtenartig die Unterseite von Steinen und sitzt Schattenalgen auf. Die Oberfläche dieses Schwammes ist glatt, weiß und hat bei einer Ausdehnung bis zu dreißig Zentimeter und einer Dicke von höchstens fünf Milli-

Familie
Knollenkalkschwämme

meter bis zu fünfzig Ausfuhröffnungen. Bis in fünfzig Meter Tiefe kommt die Art im Nordatlantik, in der Nordsee und im Mittelmeer vor.

Der knollenförmig wachsende Typ der Knollenkalkschwämme wird durch *Leuconia aspera* vertreten. Einzeltiere oder Stücke sind von unregelmäßiger, eiförmiger oder kegelförmiger Gestalt. Die Höhe beträgt bis zu vier Zentimeter. Sehr veränderlich ist die Färbung: reinweiß, gelblich, goldgelb oder dunkelbraun. Die Oberfläche ist borstig-stachelig. Auch diese Art scheint auf das Mittelmeer und den Nordatlantik beschränkt; sie geht bis zu einer Tiefe von hundertfünfzig bis hundertachtzig Meter.

Ordnung Pharetronida

Weitaus die meisten Schwämme der vorzeitlichen Meere gehören den Klassen der GLASSCHWÄMME (Hexactinellida) und der GEMEINSCHWÄMME (Demospongiae) an. Trotzdem gab es seit der Devonzeit bis an das Ende der Kreidezeit auch in geringer Artenzahl Kalkschwämme, darunter die der Ordnung PHARETRONIDA. Neuerdings aber fand man sie als »lebende Fossilien« mit sieben Arten im Indopazifik und mit einer Art, *Petrobiona massiliana*, im Mittelmeer. Diese Art, von plump-fingerförmiger bis halbkugeliger Gestalt, erreicht eine Größe von wenigen Zentimetern und kommt nur in untermeerischen Höhlen vor. Wie bei allen Pharetroniden wird die Hauptmasse von dem nicht mehr lebenden Teil des massiven Kalkskelettes gebildet, das fast immer von Bohrschwämmen befallen ist; ihm sitzt am oberen Teil wie eine Haube das fast reinweiße, lebende Gewebe auf, das sich mit wurzelförmigen Kanälen etwas ins Innere fortsetzt. Die Zellen des Magen- und Hautlagers unterscheiden sich nicht grundsätzlich von denen anderer Kalkschwämme. Im stark rückgebildeten Mesenchym liegen freie Drei- und Vierstrahler.

Klasse Glasschwämme

Die GLASSCHWÄMME (Klasse Hexactinellida) sind Vertreter einer uns weitgehend verborgenen Welt, sowohl in der Zeit als auch im Raum; selbst die wenigsten Schwammforscher haben je einen lebendigen gesehen. Sie leben nämlich in der Nacht der Tiefsee, geschützt vor starker Bewegung des Wassers und Schwankungen der Temperatur. Wenn sie durch Bodenschleppnetze ans Licht gebracht werden, offenbart sich uns ein hingfälliger Körper, aber gestützt von Skelettbildungen unvermuteter Regelmäßigkeit und Feinheit (s. S. 172); sie haben als Bauteile dreiachsige Kieselnadeln, deren Äste im Winkel von neunzig Grad aufeinanderstoßen und über den Kreuzungspunkt hinaus zu Sechsstrahlern verlängert werden. Sie enden in einfachen Spitzen, Scheiben oder Strahlenbüscheln, wahren Kunstformen der Natur.

Die meisten Arten der Glasschwämme verzweigen sich nicht, sondern behalten zeitlebens die Form einer Röhre, eines Bechers oder eines Trichters, immer mit mehr oder weniger großem Zentralraum, der oben eine weite Ausfuhröffnung hat. Den typischen Aufbau des Körpers sehen wir deutlich beim Gießkannenschwamm (s. S. 160). Die verbindenden Leimzellen liegen weit auseinander, und ihre Fortsätze sind länger und feiner als bei Schwämmen des flachen Wassers. Plattenzellen sind verhältnismäßig selten. Die weißlichen oder chrom-fahlgelben Bewohner der ruhigen Tiefsee bedürfen keiner festen Außenhaut. Ihre Fortpflanzung ist uns weitgehend verborgen; nur von *Farrea occa*, die bis zu hundertfünfzig Meter Tiefe aufsteigt, ist die Larve bekannt.

Der schönste aller Schwämme ist der GIESSKANNENSCHWAMM (*Euplectella aspergillum*; Ordnung Hexasterophora), der im allgemeinen eine Größe von ungefähr dreißig Zentimeter Höhe erreicht, gelegentlich auch das doppelte. Wie beinahe alle Glasschwämme ist er mit einem Schopf feinsten biegsamer Nadeln im Meeresboden verankert. Füllhornartig erhebt sich der schlanke Körper; lange, rechtwinklig aufeinanderstehende Nadelzüge, die wie feine Filigranarbeit aussehen, bilden dabei ein weißes Gitterskelett. In dieses luftige, wasserdurchspülte Bauwerk ist wölkentartig das Schwammgewebe eingehängt, zart und weitmaschig, selten dicker als zwei bis drei Millimeter; es stellt die Wand um den großen Mittelraum dar, der oben eine weite Ausfuhröffnung hat. Über sie ist mit flacher Wölbung deckelartig ein Gitter gezogen. Die Wand des Mittelraumes buchtet sich in zahlreichen strahlig gelegenen kurzen Kanälen aus, an denen die fingerhutförmigen Gießkammern sitzen. Der Gießkannenschwamm ist in den Gewässern um Japan und die Philippinen verbreitet. Er sieht nicht nur wie eine Reuse oder ein Käfig aus — er ist es auch, nämlich für die Assel *Aega spongiophila* und für die Garnele *Spongicola verusta*, die oft im Mittelraum geschützt, aber gefangen sitzen. Bei der Garnele ist es meist ein Pärchen, das der einheimischen Bevölkerung als Sinnbild der ehelichen Treue — wenn auch einer erzwungenen — gilt; deshalb schenkt man dort die als »Venuskörbchen« bezeichneten Schwämme jungen Hochzeitspaaren.

In Europa wurden Gießkannenschwämme zu Beginn des 19. Jahrhunderts bekannt und von Richard Owen (1804–1892) beschrieben. Die ersten waren hochbezahlte Kostbarkeiten der zoologischen Sammlungen, bis man in der Nähe der Stadt Cebu (Philippinen) und auf Gründen der japanischen Küste in Tiefen von zweihundert bis dreihundert Meter Gesellschaften fand, die förmliche Rasen bildeten.

Die heutigen Glasschwämme sind Nachkommen der in der Kreide (besonders vor England) außerordentlich häufigen VENTRIKULITEN (*Ventriculita*). Diese fossile Gruppe hat vorwiegend becherförmige Vertreter mit genetzten oder regelmäßig durchlöcherten Wänden. Ihr steht die Gattung *Hyalonema* (Abb. S. 173) nahe, deren Vertreter man meist vor den Shetlandinseln, vor der Küste Portugals sowie Japans in Tiefen um fünfhundert bis achthundert Meter findet. Sie gehört zur Ordnung der AMPHIDISCOPHOREN (*Amphidiscophora*). Bei *Hyalonema thomsoni* (Abb. S. 161) sitzt ein etwa zwölf Zentimeter langer becherförmiger Körper mit einem Durchmesser von acht Zentimeter auf einem »Stiel« von spiralig verschlungenen Nadeln, die etwa einen Millimeter dick und bis vierzig Zentimeter lang werden. Auch in diesem Schwamm lebt die Garnele *Spongicola* und auf dem gedrehten Wurzelschopf die Krustenanemone *Epizoanthus*, die lange Zeit Anlaß zu Fehldeutungen über die Zugehörigkeit des Wirtes gab. *Hyalonema*, in Japan seit alters her bekannt, wurde dort oft zu erheblichem Preis als Nippes verkauft. Auffällig ist, daß die *Hyalonema*-Gründe immer reich an Haifischen sind.

Das von den Glasschwämmen angewandte Verankerungssystem erreicht seine äußerste Spezialisierung bei *Monoraphis chuni* (Abb. S. 162), einer zur gleichen Ordnung zählenden, von der deutschen Tiefsee-Expedition »Valdivia« zuerst im Indischen Ozean aus 1644 Meter Tiefe mit der Dredsch

Der Gießkannen- schwamm



Pheronema raphanus

*Hyalonema thomsoni*

Ordnung
Strahlschwämme

erbeuteten Form. Außer den Kleinnadeln verschiedenster Gestalt bilden hier tausend und abertausend Zellen des Schwammes eine Pfahlnadel, glashell, bleistift dick und gelegentlich bis drei Meter lang, die zu etwa einem Drittel im Tiefseeboden steckt. An der oberen Hälfte sitzt der mehr oder weniger unregelmäßige Schwammkörper wie der Flachs auf einem Spinnrocken. Wie eine so weitgehend unorganisierte Gesellschaft wie die der Schwammzellen ein Gebilde von solcher Regelmäßigkeit zustande bringt, ist uns bis jetzt ebenso verborgen wie die Bildungsgesetze aller übrigen vielfältig gestalteten Skelettelemente der Kieselschwämme.

Die Klasse der GEMEINSCHWÄMME (Demospongiae) ist unter allen Schwämmen die bei weitem artenreichste Gruppe. Sie sind nach dem Leucontyp (s. S. 142) gebaut. Soweit die Skelettnadeln vierstrahlig sind, gehen diese Strahlen von einem gemeinsamen Punkt aus, liegen aber nicht in einer gemeinsamen Ebene. Meist ist einer der Strahlen länger als die drei übrigen; durch ihre völlige Rückbildung mögen die hier ebenfalls häufigen Einstrahler entstanden sein (Abb. S. 162 u. 163). Spongiolinfasern (s. S. 144) verbinden die Nadeln untereinander; wo in manchen Gattungen auch die einstrahligen Nadeln schwanden, bilden sie allein das Stützskelett (Hornschwämme; s. S. 165).

Wie die Glasschwämme sind die Gemeinschwämme eine sehr alte Gruppe (s. S. 139); doch die meisten vorzeitlichen Arten hinterließen höchstens einzelne Nadeln, da der Schwammkörper nach Auflösung des organischen Spongiolins zerfällt. Eine Ausnahme bilden die »Steinschwämme« (Lithistida), deren vierstrahlige Nadeln in unregelmäßige, knorrige Äste verzweigt sind. Mit ihnen sind sie fest ineinander verhakt und verleihen dem Körper daher auch ohne das vergängliche Spongiolin eine beständige Form. Ihrem Bau nach sind sie Strahlschwämme (Ordnung Tetraxonida), doch fassen viele Paläozoologen sie in einer eigenen Ordnung zusammen. Neben den gleichfalls durch ihren Skelettbau formbeständigen Glasschwämmen waren sie die Schwammriffbauer der Jura- und Kreidezeit (s. S. 171). Auch heute noch sind sie, zwar an Arten ärmer, weltweit vor allem in Tiefen von hundert bis dreihundertfünfzig Meter verbreitet.

In der Ordnung der STRAHLSCHWÄMME (Tetraxonida) sind die großen Nadeln (Megasklerite) als Vierstrahler ausgebildet. Bei einigen Arten fehlen die Großnadeln oder auch alle Nadeln. Letzteres ist beim FLEISCHSCHWAMM (*Oscarella lobularis*) der Fall. Er ist von weicher, fleischartiger Beschaffenheit und bildet lappige, zwei bis sechs Millimeter dicke Krusten auf Steinen oder den Ausläufern des Neptungrases (*Posidonia oceanica*). Der rot-, grün-, blau- oder violettgefärbte Schwamm ist von der Größe eines Stecknadelkopfes bis zu der eines Handtellers; er zeigt an seiner Oberfläche mannigfaltig gewundene Furchen wie die der Hirnrinde, an deren Wänden die Geißelkammern sitzen. Die Ausfuhrrohre stehen auf den Erhebungen der besonders großen Wülste. Von der Gezeitenzone bis in etwa hundertfünfzig Meter Tiefe kommt er an den Küsten des Atlantiks, der Arktis und Antarktis, im Mittelmeer und im Schwarzen Meer vor.

Wie sämtliche Arten der GEODIIDEN (Familie Geodiidae) bildet auch *Geodia cydonium* kugelige Knollen, deren Geißelkammern unter einer einen halben Millimeter dicken und harten Rindenschicht mit Kleinnadeln liegen.

Dieser massige Schwamm, den man vorzugsweise auf schlammigen Sandböden und Grobsedimenten in allen Meeren in zwanzig bis fünfundzwanzig Meter Tiefe findet, ist von weißlich bis gelbgrauer Färbung und kann einen Durchmesser von achtzig Zentimeter erreichen. *Geodia* wird von einer ganzen Reihe anderer Tiere besiedelt, vor allem von der roten Borstenkrabbe *Pilumnus hirtellus*. Wegen seines üblen Geruches bezeichnet man ihn auch als »Stinkenden Ankerschwamm«. Es empfiehlt sich, große Stücke nicht mit der Hand, sondern mit dem Spaten aufzubrechen.

Eine auffällige Form ist die zu den DONATIIDEN (Familie Donatiidae) zählende kugelige MEERORANGE (*Tethya aurantium*; Abb. S. 148) mit bräunlicher bis orangener Farbe; sie trägt auf der Oberfläche kleine stumpfe Papillen, die diesem Schwamm eine verblüffende Ähnlichkeit — auch in bezug auf seine Größe — mit einer Orange verleiht. Die Meerorange bildet Dauerknospen und ist häufig in allen Meeren auf Sand- und Schillböden, auch auf tieferen Felsböden bis in vierhundert Meter Tiefe.

Die Vertreter der CHONDROSIIDEN (Familie Chondrosiidae) haben weder Nadeln noch eigentliche Spongiolinfasern, nur in der Rindenschicht feine Fäserchen (Fibrillen) noch unbekannter chemischer Natur. Unter der Oberfläche liegen kleinste, stark lichtbrechende Körnchen (Granula). So ist die ganze Beschaffenheit dieser Schwämme zäh und speckig. Der NIERENSCHWAMM (*Chondrosia reniformis*), seiner Form wegen so benannt, ist faustgroß, dunkelbraun gefärbt an den dem Licht zugewandten Stellen und weißlich an den beschatteten. Er kommt im Atlantischen, Stillen und Indischen Ozean sowie im Mittelmeer in mäßigen Tiefen bis vierzig Meter vor. An der Adria wird der Nierenschwamm von der Küstenbevölkerung gegessen.

Polymastia mamillaris (Familie Polymastiidae) bildet derbe Krusten mit ein bis vier Zentimeter langen kegelförmigen Papillen, die sich weiß oder rosa vom gelblich-orangen Grund abheben. Auch dieser Schwamm ist in fast allen Meeren verbreitet, hauptsächlich im Flachwasser; dennoch wurden Einzeltiere in über tausend Meter Tiefe angetroffen.

Die Angehörigen der KORKSCHWÄMME (Familie Suberitidae) sind sehr weit verbreitet und von außerordentlich verschiedener Form: krustenförmig, lapig, fingerförmig, buschig verzweigt. Fast immer sind sie auffällig gelb oder orangerot gefärbt. Ihre Rinde ist fest, aber sehr dünn. Kleinnadeln fehlen, die Großnadeln sind einachsigt. Die Korkschwämme bilden Dauerknospen. Der FEIGENSCHWAMM (*Suberites ficus*; frühere Bezeichnung *Ficulina ficus*) wächst vorzugsweise in einer seinem Namen entsprechenden Form und wird bis dreißig Zentimeter groß. Er kommt gelegentlich auf von Einsiedlerkreben bewohnten Schneckengehäusen vor, was bei dem HÄUSCHENSCHWAMM (*Suberites domuncula*) die Regel ist. Einwandfrei unterscheiden kann ein Beobachter die beiden Arten nur durch die Anordnung der Nadeln; beim Feigenschwamm liegen sie ungeordnet im Schwammgewebe, beim Häuschenchwamm netzförmig. Beide Arten haben einen starken Phosphorgeruch. Die Korkschwämme leben vorzugsweise in geringer Tiefe.

Die wichtigste Rolle im Haushalt der Natur spielten einst und spielen auch heute noch die BOHRSCHWÄMME (Familie Clionidae). Allgemeiner bekannt ist zwar zweifellos der Badeschwamm, aber — wie schon in »Brehms



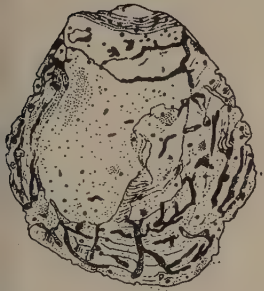
Monoraphis chuni (s. S. 160).



Vierachsige Kieselkörper.



Einachsige Kieselkörper.

Gänge des Bohrschwammes
in einer Austernschale.

Tierleben« steht und heute noch gilt — »wenn der Badeschwamm nicht existierte, würden Erde und Mensch genau dieselbe Gestalt, dieselbe Kultur besitzen wie heute. Es gäbe keine Schwammfischer, und die Großhändler bereicherten sich nicht auf Kosten dieser armen, geplagten Menschen« — die dann aber vielleicht noch ärmer wären. »Wenn aber nicht die Bohrschwämme seit Urzeiten gearbeitet hätten, würden die Kalk- und Kreideschichten der Erdrinde und die aus diesen Gesteinen bestehenden Küsten der heutigen Meere eine durchaus andere Ausdehnung und Gestalt besitzen.«

An allen Küsten des Meeres und insbesondere an denen des Mittelmeeres haben wir überall da, wo Kalkgestein vorkommt, eine vom heutigen Fremdenverkehr so geschätzte Zerklüftung. Größere und kleinere Steinbrocken bedecken den Boden des Gezeitenbereichs und des Festlandsockels. Kaum eine der dort liegenden Muschel- oder Schneckenschalen, die nicht feine Löcher und Gänge hätte, ebenso wie viele Kalksteinbrocken — das ist das Werk des Bohrschwammes. Es gibt deren mehrere Arten, die alle zur gleichen Familie gehören. Die zunächst frei schwimmenden Larven setzen sich fest, und überall, wo sie auf Kalkgestein, kalkige Gehäuse und Skelette treffen, beginnen sie ihr Werk in sehr viel größerem Ausmaß als die übrigen bohrenden Meeresbewohner. Sie befallen neben den schon erwähnten Kalkgebilden auch die Gehäuse lebender Tiere, und es ist kaum eine ältere Auster anzutreffen, deren äußerer Schalenteil nicht auf diese Weise mehr oder weniger mit Poren versehen wäre. Ältere Bohrschwämme und solche, die im Innern ihres Substrates alles schon weitgehend ausgehöhlt haben, verwachsen an der Oberfläche zu gelappten oder krustenförmigen Massen; sie sind wenige Millimeter oder Zentimeter dick, beim Bohrschwamm *Cliona celata* auf der Oberfläche schwefelgelb bis rotorange und im Innern orange.

Bohrschwämme sind als erste Wegbereiter für die Zerstörung weiter Küstenstriche und Korallenriffe durch den Wellenschlag ein Glied in der Kette der Kreisläufe von Auf- und Abbau aller Kalkgebilde der Meere. Wie bohrt nun dieser Schwamm? Darüber gibt es eine ganze Reihe von Vermutungen, aber nur wenige Beobachtungen und Versuche. Nennenswerte Mengen von Säure bildet der Bohrschwamm nachweislich nicht. Dagegen befördert der Wasserstrom Kalkteilchen von etwa einem fünfzigstel Millimeter Durchmesser in großer Anzahl von innen nach außen. Ihre Form hat mehr oder weniger abgerundete Flächen, wie sie nie bei mechanischer Zerkleinerung auftreten. Erst mikroskopische Beobachtungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß Wanderzellen des Bohrschwammes lange dünne oder flache Fortsätze bilden, welche die Kalkteilchen umfließen und in den Zelleib aufnehmen. Hier an der äußersten Grenze muß aber nun doch ein chemischer Lösungsvorgang auf geringstem Abstand ablaufen, er ist vielleicht vergleichbar mit dem Einbringen einer Reihe von Bohrlöchern um einen Felsbrocken, den man als Ganzes loslösen will. Der »Bohrmeißel« ist hier also wahrscheinlich ein mit Säure (Kohlensäure?) arbeitendes Scheinfüßchen.

Mit der Familie der SÜSSWASSERSCHWÄMME (Spongillidae) beginnen wir die Ordnung der NETZFASERSCHWÄMME (Cornacuspongiae). Unter ihnen bilden achtzehn Gattungen die typischen Dauerknospen (Abb. S. 155) der Süßwasserschwämme, während bei neun weiteren Gattungen die systematische Ein-

Ordnung

Netzfaserschwämme

Familie

Süßwasserschwämme

ordnung unsicher ist, weil bei ihnen keine Dauerknospen auftreten oder wenigstens nicht gefunden worden sind. Insgesamt sind rund hundertfünfzig Arten beschrieben, wovon sicher aber eine ganze Reihe nur den Rang einer Unterart haben können. Praktische Bedeutung haben die Süßwasserschwämme außer in den schon erwähnten Fällen (s. S. 157) nur in sehr geringem Umfang.

Früher verwendeten die jungen Damen diese Schwämme in Rußland auf dem Lande als Ersatz für »Rouge«, in Apotheken wurden sie als »Badiaga-Droge« gehandelt. Schwammpulver, das in die Haut eingerieben wird, ruft mit seinen mikroskopisch kleinen Nadeln eine Rötung durch Reizung hervor. *Lubomirskia baicalensis*, der im seichten Wasser große fladenförmige Überzüge bildet, ist getrocknet außerordentlich hart. Die Silberschmiede von Irkutsk benutzen ihn unter dem Namen »Morskaja Guba« (Seeschwamm) zum Polieren von Silber-, Messing- und Kupfergegenständen. Aus dem unteren Miozän bei Bilin in Nordböhmen wird ein Polierschiefer gewonnen, bei dem eine siebenundzwanzig Zentimeter dicke Schicht hauptsächlich aus Nadeln von Süßwasserschwämmen bestehen soll. Einige Indianerstämme des Amazonasgebiets setzen ihrer Töpfererde zerstoßene Schwämme zu, vorwiegend solche der großen Art *Drulia browni*, um den Kieselsäuregehalt und damit die Festigkeit zu erhöhen.



Drulia browni

Weltweit verbreitet ist der TEICHSCHWAMM (*Spongilla lacustris*, Abb. S. 148), der uns beispielhaft die Eigenschaften dieser Familie zeigt. Durch seine häufig grüne Färbung, bedingt durch die Gemeinschaft mit Algen (s. S. 156), und sein oft verzweigtes Wachstum sieht dieser Schwamm einer Wasserpflanze besonders ähnlich und wird häufig damit verwechselt. Ihm wie den meisten Süßwasserschwämmen ist ein durchdringender Geruch ähnlich dem von technischem Kalziumkarbid eigen. Im Vergleich mit dem der übrigen einheimischen Süßwasserschwämme ist sein Körper recht fest. Im Frühjahr wächst aus den Dauerknospen (Abb. S. 155), die überwintert haben, ein neues Schwamm-»Gewebe« und erfüllt das alte Nadelgerüst, das alsbald erweitert wird. So können sich Tiere mit einer Ausdehnung von einem halben Meter und mehr bilden. Die im Frühsommer auftretenden Larven werden zunächst nur kleine Schwämmchen, tragen aber wesentlich zur räumlichen Verbreitung der Art bei.

Der FLUSS-SCHWAMM (*Ephydatia fluviatilis*) unterscheidet sich von den bisher erwähnten Arten der Familie leicht durch Sklerite mit sternförmigen Scheiben an den beiden Enden (Amphidiskten) auf seiner Dauerknospenhülle. Auch dieser Schwamm ist Weltbürger und wächst mehr oder weniger klumpen- und krustenförmig.

Die verhältnismäßig seltene Art *Trochospongilla horrida* hat wie alle übrigen der gleichen Gattung garnrollenförmige Amphidiskten. Bemerkenswert in der sonst formlosen Gesellschaft der Süßwasserschwämme ist die Art *Ochridaspongia rotunda*, die nur im Ochridsee (in Jugoslawien) vorkommt und keine Dauerknospen bildet. Diese apfelförmigen Schwämme haben meist nur ein Ausfuhrrohr über dem im Skelett deutlich hervortretenden Hauptraum (Atrialraum); sie sind wahrscheinlich ein Überbleibsel jener Tierwelt, die diesen uralten See schon am Ende der Tertiärzeit bevölkerte.

Familie
Badeschwämme

Vom Handel werden rund vierhundert Sorten von BADESCHWÄMMEN (Familie Spongidae) unterschieden, die aber alle den Gattungen *Spongia* und *Hippospongia* mit insgesamt höchstens sechs Arten und dazu einigen Unterarten zuzuordnen sind: 1. DALMATINER SCHWAMM (*Spongia officinalis*; Abb. S. 148), 2. FEINER LEVANTINER (*Spongia officinalis mollissima*), 3. ELEFANTENOHRSCHWAMM (*Spongia officinalis lamella*), 4. ZIMOKKASCHWAMM (*Spongia zimocca*), 5. GELBSCHWAMM (*Spongia irregularis*), 6. PFERDESCHWAMM (*Hippospongia communis*), 7. SAINT- oder VELVETSCHWAMM (*Hippospongia communis meandriformis*), 8. GRASSCHWAMM (*Hippospongia communis cerebriformis*), 9. WOLLSCHWAMM (*Hippospongia canaliculata*).

Die Badeschwämme sind reine Hornschwämme, die keine Nadeln besitzen, sondern nur Spongiolinfasern. Für den menschlichen oder technischen Gebrauch wird das tote Faserskelett verwertet. Ihr allgemeiner innerer Bau entspricht dem ihrer Ordnung, den Netzfaserschwämmen (s. S. 163). Die miteinander vernetzten Fasern haben einen ungefähren Durchmesser von 0,02 Millimeter und die sehr viel weniger zahlreichen sogenannten Hauptfasern, die meist strahlig verlaufen, etwa den doppelten. In ihnen sind kleine Fremdkörper (Sandkörnchen, Bruchstücke von anderen Schwämmen usw.) eingelagert; besonders der Pferdeschwamm hat zahlreiche solcher Beläge, die auf das ganze Fasernetz ausgedehnt sind.

Der Gebrauchswert der Badeschwämme beruht auf ihrer großen inneren Oberfläche (25 bis 34 Quadratmeter bei einem Schwammskelett von drei bis vier Gramm); dazu sind sie bei verhältnismäßig guter Festigkeit ziemlich weich. Sie können das Zwanzig- bis Fünfunddreißigfache ihres Gewichts an Wasser aufsaugen (fünfzehnmal mehr als Leinwand); und diese Eigenschaft hat frühzeitig das Interesse des Menschen gefunden. Die Nutzung von Badeschwämmen ist sicher nachgewiesen seit der Bronzezeit; und kretischer Wandverputz aus dem minoischen Zeitabschnitt (1900–1750 v. Chr.) zeigt, daß sie damals wie die heutigen Farbmusterrollen verwendet wurden. Im Altertum reinigte man mit ihnen nicht nur den Körper, wie Abbildungen auf antiken Vasen zeigen; man gebrauchte sie auch zur Blutstillung, als Preßschwamm zur Eröffnung des Muttermundes und von Fisteln, als Pessare und nach Art von Gasmasken zum Seuchenschutz. Der hohe Jodgehalt (bis zu vierzehn vom Hundert des Trockengewichts) getrockneter oder zu Asche verbrannter Badeschwämme wurde zu Heilzwecken bei den damals üblichen Räucherungen genutzt.

Im Mittelalter fanden die Badeschwämme außer in der Heilkunde fast nur Verwendung für kirchliche Zwecke, als »Liturgischer Schwamm«; denn Hostienkrümel durften nur mit einem Schwamm aufgewischt werden. Mit pflanzlichen Betäubungsmitteln versah man die »Schlafschwämme« zur Schmerzstillung und Beruhigung der Patienten. Heute werden rund siebzig vom Hundert der Schwammfänge für den Industriebedarf genutzt: zur Automobilpflege, für Filterung, zum Schleifen und Polieren, im graphischen Gewerbe und zum Anstreichen. Trotz des starken Wettbewerbs der Kunststoffe wurden im Jahre 1967 noch insgesamt 14 400 Kilogramm Meeresschwämme mit einem Wert von 1 365 000 DM in die Bundesrepublik eingeführt, hauptsächlich aus Griechenland und Kuba. 1959 waren in Griechenland, dem Her-



Innerer Bau eines Badeschwammes (halbschematisch, Pfeile geben die Wasserströmung an): 1 Hauptkanäle, 2 Gruppe von Geißelkammern, 3 strahlig angelegte Hornfasern, 4 Seitenfasernetz.



Die Gebiete der Schwammfischerei.

kunftsland der Schwammfischer, 105 Fangschiffe mit 1186 Mann Besatzung, davon die Hälfte Taucher, eingetragen. Ihre Ausbeute betrug rund hunderttausend Kilogramm mit einem Erlös bis zu zwei Millionen Dollar.

Die Geschichte der Schwammfischerei ist verbunden mit dem Reiz eines Glückspiels und mit viel menschlichem Leid. Ursprünglich hatte man nur Schwämme aus dem flachen Wasser mit der Hand oder der Stechgabel (Kamaki) vom Boot aus erbeutet. Aus tieferen Gründen holten sie dann Nacktaucher – ein heute kaum mehr geübtes Verfahren, bei dem die Fischer, mit einer Marmorplatte beschwert und angeseilt, zwei bis drei Minuten in einer Tiefe bis zu dreißig Meter arbeiten. Die Unfallraten waren hoch und gesundheitliche Schäden durch die Druckluftkrankheit (Caissonkrankheit) häufig. Auf den griechischen Inseln kann man ihre Opfer, soweit sie sie überlebten, häufig noch heute sehen. Mit gelähmten Beinen sitzen sie in den Häfen. Das Arbeiten mit Schleppnetzen ist nur auf einigen Gründen möglich und führt meist schnell zur Erschöpfung der Bestände. In der Schwammfischerei herrschen die griechischen Taucher vor, nicht nur im Mittelmeer, sondern auch im karibischen Raum.

Die natürliche Farbe der Badeschwämme ist im Leben dunkelbraun bis schwarz. Erst durch Trocknen und Bleichen – sei es durch die Sonne oder durch Chemikalien – erhalten sie die uns gewohnte gelbbraune Tönung der Handelsschwämme.

Schon zu Ende des vergangenen Jahrhunderts sind Versuche zur künstlichen Schwammzucht gemacht worden. Grundsätzlich ist eine solche Zucht möglich, wenn man große Schwämme in kleine Stücke schneidet und wieder im Meer aussetzt. Man befestigt sie dazu auf Steinen oder Ziegeln. Wirtschaftlich lohnend sind solche Zuchten aber in den wenigsten Fällen. Noch sind die natürlichen Badeschwämme den Kunststoffschwämmen an Qualität überlegen, ob sie aber auf die Dauer deren Wettbewerb widerstehen können, ist fraglich. Damit verschwände ein weiteres Gewerbe voller Tradition und Romantik, aber auch ein gefährvoller Beruf mehr.

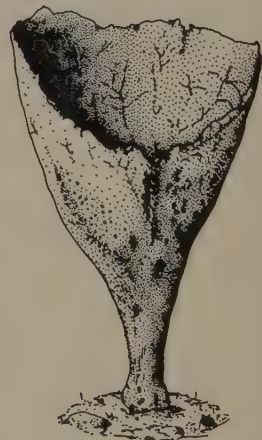
Der BROTKRUSTENSCHWAMM (*Halichondria panicea*) aus der Familie der CIICALYPTIDEN (Ciocalyptidae) ist der häufigste Schwamm an den deutschen Küsten, wo er überwiegend im Gezeitenbereich wächst. Veränderlich in der Gestalt, bildet er meist großflächige, dicke Krusten. Er und seine verwandten Formen stellen den wesentlichsten Anteil an den farbenprächtigen Überzügen in Gelb, Rot und Grün der untermeerischen Höhlen. Seinen Namen verdankt er der bröckeligen Beschaffenheit getrockneter Stücke.

Die Art *Verongia aerophoba* aus der Familie der APLYSINIDEN (Aplysiniidae) fällt besonders auf durch ihre schlotförmigen Fortsätze und den schnellen Farbwechsel an der Luft von Gelb zu Schwarzgrün. Im Mittelmeer wächst dieser Schwamm häufig zwischen Seegras und auf steinigten Gründen; er lebt in Tiefen von zwei bis zehn Meter und erreicht eine Größe bis vierzig Zentimeter.

Die wenigen Arten der BAUMFASERSCHWÄMME (Ordnung Dendroceratida) besitzen zum Teil kein stützendes Skelett, wie der GALLERTSCHWAMM (*Halisarca dujardini*), oder nur ein Skelett aus baumartig verzweigten Sponginfasern und den schon erwähnten Hornnadeln. Es sind kleine Formen von



Dendrilla rosea



Phakellia ventilabrum

Ordnung
Baumfaserschwämme

krustenartigem Wuchs, bei denen die baumförmige Aufzweigung des Skeletts erst an getrockneten Stücken äußerlich sichtbar wird. Besonders die etwa fünf Zentimeter große und aufrecht wachsende *Aplysilla rosea*, eine nicht sehr häufige, aber in den meisten Meeren vertretene Art, zeigt ein Skelett, das den Namen der Ordnung rechtfertigt.

Vorzeitliche Lebensgemeinschaften der Riffe
von S. Rietschel

Unserer Schilderung der Schwammtiere schließen wir einen Überblick über die Lebensgemeinschaften der Riffe an. Zu den Riffbauern und Riffbewohnern gehören freilich nicht nur Schwämme, sondern vor allem auch Angehörige des im nächsten Kapitel behandelten Stammes der Nesseltiere (s. S. 178) und vieler anderer Tiergruppen. Riffe gehören nicht nur zu den am reichsten bevölkerten meerischen Lebensräumen; sie sind zugleich auch überaus beständige Kalkbauwerke. Im Wechselspiel von Aufbau und Zerstörung ist das lebende Riff fortwährenden Wandlungen unterworfen, das tote Riff hat als geologische Erscheinung über erdgeschichtliche Zeiträume hinweg Bestand.

Riffbauer

Die Riffe werden von Lebewesen aufgebaut, die — auf festem Untergrund aufwachsend — Kalkskelette abscheiden; wir bezeichnen sie verallgemeinernd als Riffbauer. Die wichtigsten Riffbauer der heutigen Korallenriffe sind STEINKORALLEN (Madreporaria; s. S. 226) und KALKALGEN. Sie errichten das Riffgerüst, wobei sich auch OCTOKORALLEN (s. S. 245), MOOSTIERCHEN (s. Band III, S. 238) und andere aufgewachsene Tiere mit untergeordneter Rolle beteiligen. In dem von den Riffbauern errichteten Gerüst des Riffes leben Tiere und Pflanzen aller im Meer heimischen Stämme in großer Zahl. Sie tragen nicht unmittelbar zum Riffbau bei und werden als Riffbewohner bezeichnet. Im Riffgerüst bohrend, auf ihm festgewachsen oder beweglich lebend oder in seinen Hohlräumen und über ihm schwimmend, ziehen sie Nutzen aus dem vielfältigen und reichen Nahrungsangebot der Rifflebensräume wie auch aus deren landschaftlicher Vielgestaltigkeit.

Riffbewohner

Als Großlebensraum läßt sich ein Riff in verschiedene Zonen gliedern, die durch ihre Lage zum Meeresspiegel, durch Wasserbewegung und Durchlichtung, durch ihr Nahrungsangebot, durch die sie bewohnenden Lebensgemeinschaften und durch die entstehenden Ablagerungen voneinander verschieden sind. Nach der Lage kann man grob gliedern in: Zentrale Riffgebiete (eigentliches Riff), Vorriffgebiete und Rückriffgebiete. Dabei werden notgedrungen willkürliche Grenzen in einer Folge von Lebensräumen mit gleitenden Übergängen gezogen. In den Rückriffgebieten ist die Wassertiefe meist gering, die Wasserbewegung schwach und auf flächige oder an Kanäle gebundene Strömungen beschränkt. Faules Wasser oder vom Meerwasser abweichender Salzgehalt können vorkommen. Je nach der Gesamtform eines Riffes sind im Rückriffgebiet Strand, Lagune oder eine ausgedehntere Riffplattform ausgebildet. Die Gebiete des zentralen Riffes sind im allgemeinen stark zergliedert und liegen in der Nähe des Meeresspiegels. Auf sie trifft auch der Seemannsbegriff »Riff« zu. Sie sind durch den Einfluß der Brandung gekennzeichnet, die turbulente Strömungen von großer Zerstörungskraft erzeugt. Die zentralen Riffgebiete liefern im allgemeinen große Mengen von Schutt.

Im Vorriffgebiet fällt das Riff in größere Meerestiefen ab. Aufquellende oder vorbeiziehende Meeresströmungen bieten hier reichlich Sauerstoff und

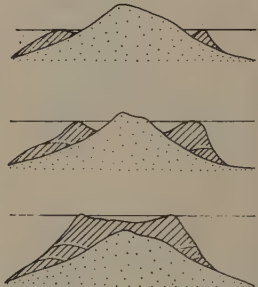
Geschwebe als Nahrung, die von Riffbauern und Riffbewohnern besonders im oberen, noch durchlichteten Teil des Vorriffes genutzt wird. In jeder dieser Zonen gibt es besondere Kleinlebensräume in großer Vielfalt, welche die Lebensgrundlage vieler gerade an sie angepaßter Tiere sind. Diese Anpassung von Tieren und Pflanzen an die Groß- und Kleinlebensräume des Rifffes prägt sich bei vielen deutlich in Gestalt oder Skelett aus. Musterbeispiel hierfür sind die unterschiedlichen Wuchsformen gleicher Korallenarten in unterschiedlichen Lebensräumen (s. S. 228). Rückschließend kann man auch im toten Riff aus den Wuchsformen der Skelette von Riffbauern den einstigen Lebensraum ablesen.

Nach der Lage zu festem Land unterscheidet man bei Riffen drei Großformen: Saumriffe, Barriereriffe und Atolle. Die Saumriffe umrahmen küstennah, die Barriereriffe küstenfern Festländer oder Inseln; die Atolle sind ozeanische, meist inselgekrönte Riffkränze, die mehr oder weniger ringförmig eine »Lagune« umschließen. Die auffälligen Atolle der Südsee sind — wie schon Charles Darwin erkannte — der Endzustand einer Riffentwicklung, bei der Inseln, zunächst noch von einem Saumriff, dann von einem Barriereriff umschlossen, allmählich im Meer untertauchen. Sie sind damit ein Anzeichen für einen sinkenden Meeresboden. Riffe aus erdgeschichtlicher Vergangenheit lassen sich selten einer dieser Großformen sicher zuordnen, da sie im allgemeinen nicht weiträumig genug erschlossen sind.

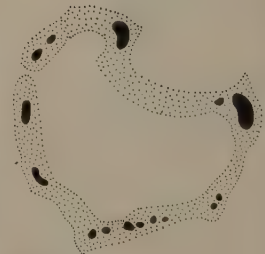
Bringt man in einem heutigen Riff eine Bohrung nieder und durchfährt dabei mit zunehmender Tiefe rückläufig die Zeit, so kann man die Geschichte des Rifffes erkennen. Meist zeigt sich dabei, daß sich in den letzten dreißig bis fünfzig Millionen Jahren die Zusammensetzung der Rifflebensgemeinschaften nicht wesentlich geändert hat. Häufig sind in diesem Zeitraum einige hundert Meter mächtige Riffkörper von Tieren und Algen aufgebaut worden, die nur in Wassertiefen bis etwa vierzig Meter gut gedeihen. Mächtige Riffe zeigen somit Bewegungen des Meeresbodens an. Deutlich wird auch in einer Bohrung, daß schon in der Tertiärzeit Korallen und Algen den Hauptteil des Riffgerüsts bauten und daß wie heute Schnecken, Stachelhäuter und Fische die Korallenwälder bevölkerten.

Eine genaue Betrachtung zeigt allerdings, daß beim »Versteinern« der Riffe eine Auswahl unter den Riffbewohnern getroffen wird. Nur die Riffbauer werden anteilmäßig einigermaßen richtig fossil überliefert. Der größte Teil der Riffbewohner tritt im toten Riff nicht mehr in Erscheinung, da nur die festen Skelette übrigbleiben. Selbst sie sind, falls sie nicht aus einem Stück bestanden und aufgewachsen waren, zerfallen und zu Schutt zerrieben. Weiterhin werden in einiger Tiefe die Minerale der Skelette umkristallisiert oder gar der Kalk des Gerüsts weitgehend in Dolomit (kohlen-saures Kalzium-Magnesium) umgewandelt. So können wir aus dem abgestorbenen und fossilen Riff nur noch ein recht unvollkommenes Bild der einst reichen Lebensgemeinschaften gewinnen. Trotzdem ist es meist möglich, schon aus den Wuchsformen der Riffbildner und aus der Art und Verbreitung der Ablagerungen auch in fossilen Riffen einzelne Tiefenzonen und Lebensräume zu erkennen. Ein kurzer Gang durch die Erdgeschichte mag zeigen, wie und von welchen Lebewesen die Riffe der Vorzeit gebaut und bewohnt wurden.

Saumriffe
Barriereriffe
Atolle



Entstehung eines Atolles nach der Darwinschen Theorie: Eine Insel wird allmählich überflutet, und das ehemalige Saumriff (oben) wird zum Atoll (unten).



Stewart-Atoll. Punktiert: Riff. Schwarz: über dem Riff liegende Inseln.



Archaeocyathus (schematisiert). Mittelkambrium.

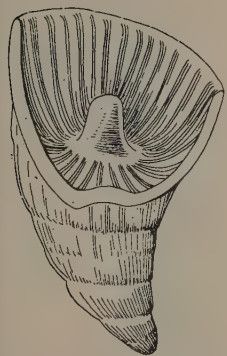
Die ältesten Riffe sind bereits aus vorkambrischer Zeit bekannt und sechshundert Millionen bis eine Milliarde Jahre alt. Algen haben sie aufgebaut, und es ist denkbar, daß in ihnen schon ein reicheres Tierleben herrschte. Den vorkambrischen Tieren fehlten aber weitgehend feste Skelettstoffe; deshalb sind keine sicheren Zeugnisse ihres Daseins in den Algenriffen überliefert. Erst im Kambrium (vor 500 bis 600 Millionen Jahren) begannen Tiere als Riffbauer tätig zu werden. Zusammen mit Algen lebten die schwammartigen *ARCHAEOCYATHEN* (Klasse *Archaeocyatha*; s. S. 139) in Riffen, die weltweit in einem offensichtlich klimatisch begünstigten Gürtel verbreitet waren. Die *Archaeocyathen* hatten ein kalkiges Skelett aus zwei tütenartig ineinander gestellten Wänden. Die porösen Wände waren durch Pfeiler, Längswände und teils auch durch Querböden miteinander verstrebt. Ob diese Riffbauer echte Schwämme oder Hohltiere waren oder gar einem eigenen Tierstamm angehörten, ist noch umstritten. Sie starben schon im Mittelkambrium aus.

Im Ordovizium (vor 500 bis 440 Millionen Jahren) beteiligten sich sowohl echte Schwämme als auch Nesseltiere (s. S. 178) am Aufbau von Riffen. Die wichtigsten Riffbauer dieser Zeit waren aber Kalkalgen und Moostierchen. In dem von ihnen errichteten Gerüst breiteten sich sowohl *EINZELKORALLEN* als auch *KOLONIEKORALLEN* aus und trugen zum Wachstum der Riffe bei. Von Schwammtieren sind *KALKSCHWÄMME* und *STEINSCHWÄMME* (*Lithistida*) vorhanden, bilden aber nur ausnahmsweise einen wesentlichen Bestandteil der Rifflebensgemeinschaften. In den Riffen treten auch schon die ersten *STROMATOPOREN* (*Stromatoporoidea*) auf, die im Silur und Devon zu den häufigsten Riffbauern werden. Verbreitete Riffbewohner waren im Ordovizium urtümliche Schnecken und Stachelhäuter, so die *BEUTELSTRAHLER* (*Cystoidea*).

Im Silur (vor 400 bis 440 Millionen Jahren) treten erstmals in der Erdgeschichte ausgedehnte und mächtige Korallenriffe auf. In ihnen sind Nesseltiere und die umstrittenen, auf S. 177 unter den fossilen Nesseltieren aufgeführten *Stromatoporen* die Erbauer des Riffgerüsts, in dem Riffbewohner ein überaus reiches Leben entfalten. Neben Einzelkorallen spielen nun *Koloniekorallen* eine große Rolle und wachsen zu großen Stöcken heran. Sie vermögen auch auf recht schlammigen Böden zu wachsen und bieten damit den anderen Riffbauern einen festen Anheftungsgrund. Algen und Moostierchen sind in ihrer Bedeutung gegenüber dem Ordovizium von den Nesseltieren überflügelt, sind aber ebenfalls als Riffbildner wichtig.

Die Korallen des Silur gehören zu den heute ausgestorbenen Ordnungen der *BÖDENKORALLEN* (*Tabulata*) und *RUNZELKORALLEN* (*Rugosa*). Aus letzteren sind zu Beginn des Erdmittelalters die *STEINKORALLEN* (*Madreporaria*; s. S. 226) hervorgegangen. Die *Runzelkorallen* hatten recht große Polypen, die in Einzelkelchen oder ausgedehnten Stöcken beieinander saßen. Dagegen hatten die *Bödenkorallen* kleine Polypen, die durch Knospung im allgemeinen Kolonien von häufig beträchtlicher Größe erzeugten. Querböden in den Kelchen ermöglichten ein schnelles Höhenwachstum der Kolonie.

Ebenfalls Tierkolonien stellten vielleicht die schon erwähnten *STROMATOPOREN* dar. Ihr Skelett bestand aus Aragonit und war aus feinen, durch Pfeiler gestützten Schichten aufgebaut; Kanäle durchzogen dieses Gerüst. Da es



Runzelkoralle (*Dalmanophyllum*). Silur, Insel Gotland.

nur sehr kleinen Polypen Wohnmöglichkeit bot, hat man vermutet, daß die Stromatoporen in die Verwandtschaft der Hydrozoen (s. S. 180) gehörten. Ihre Lebensspanne erstreckte sich vom Kambrium bis zur Kreidezeit; ihre Blütezeit lag jedoch im Silur und Devon. In jüngster Zeit wurden in Riffhöhlen vor Jamaika lebende, eigenartige Schwämme mit einem Skelett gefunden, das dem der Stromatoporen ähnlich ist. Neue Untersuchungen beider Gruppen werden zeigen, ob die Stromatoporen — wie schon früher von mancher Seite vermutet — nicht doch Schwämme sind. In den Riffen der Silurzeit waren die Stromatoporen mit den Bödenkorallen und Runzelkorallen zusammen die wichtigsten Riffbauer. Sie lebten wahrscheinlich symbiontisch mit Algen zusammen und besiedelten wie die Bödenkorallen unterschiedliche Tiefenzonen im Riff mit unterschiedlichen Wuchsformen.

Die silurischen Riffe bevölkerte eine große Zahl von Riffbewohnern. Unter den Weichtieren waren vor allem die Schnecken verbreitet; unter den Stachelhäutern hatten die Seelilien (s. Band III, S. 285) die Beutelstrahler weit überflügelt und wuchsen in ausgedehnten Wäldern an den Flanken der Riffe. Armfüßer (s. Band III, S. 258) und Moostierchen (s. Band III, S. 238) waren nahezu allgegenwärtig. Von den Krebstieren gehörten die Muschelkrebse (s. 16. Kap.), von den übrigen Gliederfüßern die Dreilapper (Trilobiten; s. 14. Kap.) zu den häufigen Riffbewohnern.

Die Riffe des Devon (vor 350 bis 400 Millionen Jahren) sind den silurischen sehr ähnlich. Auch während der Devonzeit bauten Runzel- und Bödenkorallen zusammen mit Stromatoporen das Riffgerüst. Die Runzelkorallen waren noch formenreicher und auch wichtiger in ihrer Rolle als Riffbauer. Die Stromatoporen breiteten sich in allen Rifflebensräumen aus; unterschiedliche Lebensbedingungen lassen sich aus ihren wechselnden Wuchsformen ablesen. Im Bereich starker Wasserbewegung, dem zentralen Riff, schmiegteten sie sich als fladenartige Krusten dicht dem Untergrund an; kugelige Gestalt hatten sie im Bereich des Brandungsschattens zwischen dem zentralen Riff und dem Rückriff; in gut durchströmten Rück- und Vorriffgebieten wuchsen sie als »Rasen« eines feinästigen Buschwerks, und in Stillwassergebieten strebten sie mit kegel- und pilzförmigen Formen in die Höhe. Von den Bödenkorallen sind einige silurische Gattungen bereits ausgestorben; auch die devonischen Arten haben Wuchsformen, die mit denen der Stromatoporen vergleichbar sind. Im Devon hat die Formenmannigfaltigkeit der Riffbewohner weiter zugenommen. Die Stachelhäuter haben sich mehr entfaltet, Muscheln breiten sich in einigen Lebensräumen der Riffe aus, desgleichen urtümliche Haie (s. Band IV, S. 96) als erste Wirbeltiere dieser Räume.

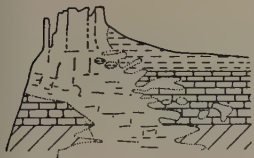
Im Karbon (vor 270 bis 345 Millionen Jahren) begannen neben den Korallen, Moostierchen und Kalkalgen die Kalkschwämme eine gewichtige Rolle als Riffbauer zu spielen. Stachelhäuter, Armfüßer und Weichtiere sind uns als häufige Riffbewohner überliefert. Eine bis in die Trias andauernde Blütezeit als wichtigste Riffbauer erreichten die Kalkschwämme im Perm (vor 225 bis 270 Millionen Jahren). Neben ihnen waren besonders Moostierchen und eigenartige, korallenähnlich gewachsene Armfüßer (*Richthofenia*) am Bau der Riffgerüste beteiligt. Örtlich gab es auch Riffe, die großenteils aus Moostierchen bestanden. Im Zusammenhang mit klimatischen Veränderun-



Stromatopore (*Trupetostroma*). Oberdevon, Belgien.



Bödenkoralle (*Favosites*). Devon, Europa.



Schwammriff des Jura, Süd-deutschland. Der Klotz der ungeschichteten Riff-Kalksteine liegt in geschichteten Gesteinen der Riff-Umgebung.



Steinkoralle (*Meandrina*). Tertiär bis Gegenwart, Tropen.

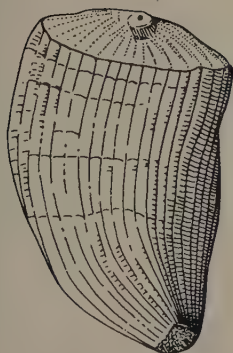
gen im Perm traten größere Verschiebungen in der Lage der Riffgebiete ein. Von den Riffbewohnern begannen sich die Seelilien allmählich in andere Lebensräume zurückzuziehen.

In der Trias (vor 180 bis 225 Millionen Jahren) starben die Riffkorallen des Erdaltertums größtenteils aus, und die Steinkorallen (s. S. 226) begannen die Lücke zu füllen und sich rasch zu den bedeutendsten Riffbauern zu entwickeln. Zunächst standen sie allerdings noch hinter den Kalkschwämmen zurück. Die Lebensgemeinschaft der Riffbewohner enthielt alle wichtigen Gruppen der heutigen Tierwelt, von der sie freilich im einzelnen noch verschieden war. In Mitteleuropa sind uns die Riffe der Trias auch aus dem Landschaftsbild vertraut; denn die Bergzüge der Kalkalpen und Dolomiten bestehen zu einem erheblichen Teil aus ihnen (Abb. S. 268).

Auch die Riffe des Jura (vor 135 bis 180 Millionen Jahren) haben in Europa wesentlichen Anteil am Bild mancher Landschaften. Wir kennen sie aus der Fränkischen und Schwäbischen Alb und aus den Juraketten der Alpen. Als Bildungen flachen Wassers treten Korallenriffe auf, die sehr »modern« anmuten. Neben Steinkorallen bauten Kalkschwämme, Moostierchen, Hydrozoen und Kalkalgen am Riffgerüst mit, sowie aufgewachsene, hornartig gewundene Muscheln (*Diceras*). In den Riffen lebte eine reiche Tierwelt von Seeigeln, Armfüßern, Krebsen, Muscheln, Schnecken und Fischen. Kopffüßer (Ammoniten und Belemniten; s. Band III, S. 27) kommen — entsprechend ihrer großen Häufigkeit im Jura — mit einigen Arten auch in den Korallenriffen vor. Neben den genannten Tiergruppen waren Kieselschwämme am Aufbau der Riffe beteiligt. Mit zunehmender Wassertiefe stieg ihr Anteil, und die übrigen Riffbauer verschwanden allmählich.

In tieferem Wasser wuchsen schließlich nahezu reine Schwammriffe, die von GLAS- und STRAHLSCWÄMMEN (trixoniden und tetraxoniden Kieselschwämmen) errichtet und von Armfüßern, Kammerlingen und Algen bewohnt wurden. Sie erhoben sich kuppenartig vom Meeresboden. Feiner Kalkschlamm fing sich zwischen den Schwammskeletten, so daß die Riffe als ungeschichtete Klötze in den geschichteten Zwischenriffablagerungen emporwuchsen. Die Kieselschwämme hatten kaum Feinde, und die bei ihrem Absterben anfallenden organischen Stoffe wurden von Aasessern nur unvollkommen beseitigt. So wurde gerade im Bereich der Schwammriffe durch Verwesungsgase Kalk in größeren Mengen aus dem Meereswasser ausgefällt und in Umkrustungen der toten Kieselschwämme (»Mumien«) gebunden; günstig hierfür wirkte sich aus, daß infolge der Tiefe keine stärkere Wasserbewegung herrschte. Von den reich belebten Korallenriffen des flachen Wassers zu den in etwa fünfzig bis hundertfünfzig Meter Wassertiefe entstandenen Kieselschwammriffen mit ihrer recht eintönigen Lebensgemeinschaft gibt es mannigfaltige Übergänge.

In der Kreidezeit (vor 70 bis 135 Millionen Jahren) gab es ebenfalls im tieferen Wasser ausgedehnte Schwammsiedlungen. Sie führten aber nicht mehr zu so auffallenden Rifferhebungen wie im Jura. Jene Siedlungs- und Bauformen von Schwämmen, die im Erdmittelalter als Riffe angesprochen werden, würden wir bei Schwämmen der heutigen Zeit kaum als »Riffe« bezeichnen, da sie Bildungen tieferen Wassers sind. Als geologische Erschei-



Riffbauende Muschel (*Hippurites*, s. S. 172). Oberkreide, Österreich.

nung sind sie jedoch echte Riffe, also von Lebewesen aufgebaute, eigenständige Ablagerungskörper. In der Kreide gibt es ausgedehnte Korallenriffe, die in vieler Hinsicht den heutigen ähnlich sind. Eine Besonderheit sind die von eigenartig gebauten, korallenähnlich hochwachsenden Muscheln gebildeten Rudistenriffe (Abb. S. 171). Auch Riffe, deren Erbauer meist Moostierchen waren, sind in der Kreide weit verbreitet. Seit der Jurazeit wird erkennbar, wie sich der Gürtel der Korallenriffe immer mehr zum heutigen Äquator hin verlagert. Im Meer der jüngeren Jurazeit herrschten in Mitteleuropa noch mittlere Wassertemperaturen zwischen siebzehn und dreiundzwanzig Grad Celsius in den oberen Wasserschichten des Meeres. Die allmähliche Verschiebung des Gürtels der Korallenriffe hatte demnach zweifellos klimatische Ursachen.

Im Tertiär (vor 2,5 bis 70 Millionen Jahren) unterschieden sich die Korallenriffe in der Zusammensetzung ihrer Lebensgemeinschaften nicht mehr wesentlich von den heutigen (Abb. S. 171). Sie leiten vielmehr lückenlos zu ihnen über.

Die Erforschung vorzeitlicher Riffe ist nicht nur für den Paläozoologen und den Zoologen interessant. Auch für die Klärung von Fragen, die das geographische Bild der Meere und die Klimaverhältnisse früherer Zeiten betreffen (Paläogeographie und Paläoklimatologie), ist ihre Kenntnis von Bedeutung. Rückschlüsse sind hier dann möglich, wenn man davon ausgeht, daß bestimmte Rifflebensgemeinschaften auch in erdgeschichtlicher Vergangenheit seichtes und warmes Wasser bevorzugten. Unter dieser Voraussetzung zeichnen vorzeitliche Riffe in klimatisch begünstigten Zonen Küsten, Inseln und Untiefen nach und geben Hinweise auf die Lage des äquatorialen Gürtels. Das gilt freilich nicht für alle Rifflebensgemeinschaften.

Das Wachstum der Rifflebewesen führte im Lauf der Erdgeschichte immer wieder zu Kalkanhäufungen, die heute als mächtige und räumlich ausgedehnte Baukörper in der obersten Erdkruste eine Rolle spielen. Erdöl und Erdgas wandern in porösen Schichtgesteinen und fangen sich nicht selten in den hohlraumreichen Riffgesteinen. So ist die Riff-Forschung auch für die Erdölsuche von Wichtigkeit. Aber nicht nur als Trärgesteine von Erdöl und Erdgas, sondern auch als Lagerstätten von Kalkstein haben die vorzeitlichen Riffe heute eine große wirtschaftliche Bedeutung.

Die heutigen Riffe sind in ihren Vorkommen auf tropische bis subtropische Breiten beschränkt; die fossilen Riffe hingegen kann auch der Bewohner gemäßigter oder gar arktischer Breiten sozusagen vor seiner Haustür finden. In den Steilküsten Gotlands ragen heute wieder die Riffe der Silurzeit empor, an den Steilabfällen von Fränkischer und Schwäbischer Alb die der jüngsten Jurazeit. Talhänge und Steinbrüche erschließen in den Ardennen, der Eifel, dem Bergischen Land, Sauerland und Harz die ehemaligen Riffe der Devon- und Karbonzeit und in den Alpen die der Trias- bis Kreidezeit. Viele Riffkalksteine sind polierbar und finden deshalb als technischer Marmor Verwendung — so können wir die Zeugen vergangener Riffe vielerorts in Verkleidung von Hauswänden, in Treppenaufgängen, als Steintischplatten und Fensterbänke wiedererkennen.

Bauplan der Schwämme (Spongiae):

A Die drei Grundbaupläne der Schwämme (s. S. 142):

Ascontyp (A_1), Sycontyp (A_2) und Leucontyp (A_3). Ockergelb das Gastralager (die Kragengeißelzellen),

braun das Dermallager.

Dünne blaue Pfeile kennzeichnen das durch die Poren und die Geißelkammern in den Zentralraum einströmende Wasser, dicke blaue Pfeile das den Schwamm durch das Osculum (oder mehrere Oscula) verlassende Wasser.

B Die Skelettgebilde (s. S. 143):

B_1 die Anordnung der Kieselnadeln (dreiaxige Sechsstrahler) eines Glasschwammes (*Hyalonema*, s. S. 160), B_2 dreiaxiger Sechsstrahler eines Glasschwammes, B_3 dreistrahlige Kalknadel mit ihren Bildungszellen von einem Kalkschwamm.

C Kragengeißelzellen (s. S. 141):

C_1 drei Zellen aus einer Geißelkammer eines Schwammes, C_2 das Kragengeißeltierchen *Salpingoeca amphoroideum*, ein ebenso gebauter Einzeller.





BAUPLÄNE DER HOHLTIERE (COELENTERATA)

1 Nesselkapseln (s. S. 179)

1a In der Nesselzelle mit Auslöser (Cnidocil). Geladen, Nessel-faden eingerollt und eingestülpt. Der Deckel der Nesselkapsel ist geschlossen. □ 1b Nesselkapsel ent-

laden, Nessel-faden entrollt und ausgestülpt. Der Deckel ist aufgesprungen.

2 Hydrozoen (s. S. 180)

2a Hydropolyp mit Fuß, Rumpf, Armen (Tentakeln), Mundscheibe, Mundrohr und Mund. □ 2b Hydromeduse (Leptomeduse mit Geschlechtszellen an den Radiärkanälen) mit Schirm, Tentakeln, Randsaum (Velum),

Mundrohr, Mund (im Gegensatz zum Hydropolyp nach unten gerichtet), Magenraum, Radiärkanälen und Ringkanal.

3 Geschlechtsknospen (Gonophoren oder Sporosacs; s. S. 182)

3a fertige, aber nicht vom Polypenstock abgelöste Meduse (Anthomeduse mit Geschlechtszellen am Mundrohr). □ 3b–3f »Unfertige« Medusen mit Geschlechtszellen. □ 3b Eumedusoid. □ 3c Cryptomedusoid. □

3d Heteromedusoid. □ 3e Styloider Gonophor. □ 3f Desgleichen mit einseitigem Eilager. □ 3g Geschlechtszellen an der Körperwand des Polypen bei völliger Rückbildung der Meduse (Süßwasserpolymp).

4 Echte Quallen oder Scheibenquallen (Scyphozoa; s. S. 209)

4a Scyphopolyp: Magenraum durch vier Scheidewände (Gastralsepten) in vier Magentaschen unterteilt, in die von der Mundscheibe her vier Einsenkungen (Septaltrichter) reichen. □ 4b Scyphomeduse: Schirm mit weitem Magenraum, in seinem inneren Keimblatt die Geschlechtszellen, Schirmrand ohne Randsaum (Velum), im Magenraum vier Büschel »Magenfäden« (Gastralfilamente).

Die Polypen und Medusen 2a, 2b, und 4a und 4b sind angeschnitten, um den Magenraum zu zeigen. Schematische Farbgebung der Baupläne (entspricht nicht den natürlichen Farben): Weiß = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Hellblau = Nervensystem.

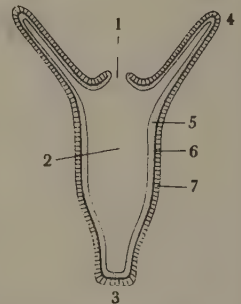
Sechstes Kapitel

Die Hohltiere

Zwei recht unterschiedliche Stämme werden unter dem Namen HOHLTIERE (Unterabteilung Coelenterata oder Radiata) zusammengefaßt: die NESSELTIERE (Cnidaria) und die RIPPENQUALLEN (Acnidaria). Gemeinsam ist den Vertretern dieser beiden Stämme, daß ihr Körper aus zwei Zellschichten (Epithelien) aufgebaut wird: der körperbedeckenden Außenhaut (Ektoderm) und der den Körper auskleidenden Innenhaut (Entoderm). Muskelfasern werden vom größten Teil der Außenhautzellen, aber auch von vielen Innenhautzellen gebildet; meist liefern die ersteren Längsmuskeln, die letzteren Ringmuskeln. Das plötzliche Zusammenziehen, das bei manchen Hohltieren beobachtet werden kann, beruht auf dem Zusammenspiel dieser Muskelfasern. Weitere Epithelzellen sind zu Nervenzellen umgewandelt; sie schließen sich zu einem Nervennetz zusammen, das die ganze Körperoberfläche überzieht. Zwischen den beiden Zellschichten findet sich eine Stützsubstanz, die durch einwandernde Außenhaut- oder seltener Innenhautzellen zu einer nachträglich gebildeten dritten zellhaltigen Schicht (Mesogloea) werden kann. Der Körper besitzt einen einzigen Hohlraum; er ist häufig in Nischen gegliedert und hat nur eine Körperöffnung, die gleichzeitig die Aufgaben des Mundes und des Afters erfüllt.

Der Bau eines Hohltiers läßt sich am besten im Zusammenhang mit der individuellen Entwicklung (Ontogenese) verstehen. Nach der Befruchtung einer Eizelle durch eine Samenzelle entwickelt sich durch vollständige und mehrfache Teilung der Dottermasse ein dichter kugelig Zellhaufen, der einer Maulbeere gleicht und deshalb als Morula (vom lateinischen *morula* = Maulbeere) bezeichnet wird. Dann bildet sich im Innern dieser Kugel ein Hohlraum, so daß schließlich aus ihr eine Hohlkugel wird, deren Wandung aus einer einzigen Zellschicht besteht. Dieses Stadium wird Blastula genannt. Bei manchen Arten schwimmt die Blastula bereits frei umher. Sie streckt sich nun zu einem länglich-ovalen Wesen, und gleichzeitig wird auf verschiedene Weise in ihrem Innern eine zweite Zellschicht angelegt, die sich der äußeren Zellage (Ektoderm) eng anlegt und zur Innenhaut (Entoderm) wird. Schließlich bricht am sogenannten vegetativen Pol eine Öffnung durch — der Urmund. Der von beiden Zellschichten umschlossene Hohlraum (Gastralraum) übernimmt gleichzeitig die Aufgaben des Magen- und Darmsystems. Das Gebilde, das eigentlich nur aus der Außenhaut und der Darmhaut besteht, wird allgemein als Gastrulastadium, im besonderen Fall der Hohltiere

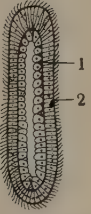
Unterabteilung
Hohltiere
von H. R. Haefelfinger



Hohltier (schematisiert): 1 Mundöffnung, 2 Gastralraum, 3 Fußscheibe, 4 Tentakel, 5 Entoderm, 6 Stützschicht, 7 Ektoderm.

aber als Planularlarve bezeichnet. Dieses frei schwimmende Wesen setzt sich meist nach einiger Zeit fest; rings um den Urmund formen sich kleine Anhänge — die Fangarme oder Tentakel. Bei einigen Hohltieren bleibt allerdings die Planularlarve frei und wandelt sich schwimmend — ebenfalls durch Bildung von Fangarmen — in die Actinularlarve um. In diesen beiden sich gleichenden Entwicklungsstufen haben wir den Grundtyp eines Hohltiers vor uns; aus ihm lassen sich sämtliche anderen Erscheinungsformen der gut neuntausend Arten des Stammes der Nesseltiere herleiten.

Stammesgeschichte von E. Thenius



Planula-Larve (Schnitt): 1 Entodermzellen, 2 Ektodermzellen mit Wimpern.

Von den Nesseltieren sind Hydrozoen, Quallen (Scyphozoa) und Blumentiere (Anthozoa) fossil belegt. Zu den Hydrozoen rechnet man meist auch die im Erdaltertum vorherrschenden riffbildenden und mit einem massigen Kalkskelett versehenen STROMATOPOREN (Stromatoporoidea; Gattung *Stromatopora* vom Ordovizium bis zum Devon), unter denen die verschiedensten Wuchsformen (Knollen-, Bank- und Asttypen) zu unterscheiden sind. Im Erdmittelalter, in der Jura- und Kreidezeit, überwogen unter den Hydropolypen die SPHAERACTINOIDEN (Sphaeractinoidea; Gattung *Sphaeractinia*), während die Hydrinen (Hydrina) erst im Tertiär häufiger wurden, ohne jedoch die Bedeutung der ausgestorbenen Gruppen zu erreichen. Die angeblich schon im jüngeren Präkambrium durch Abdrücke nachgewiesenen Quallen lassen keine eindeutige stammesgeschichtliche Zuordnung erkennen, es sei denn, man sehe in den CONULARIEN (Conulata) des Erdaltertums die festgewachsenen Stadien der frei schwimmenden Quallen — eine Deutung, die jedoch sehr unwahrscheinlich ist.

Die KORALLEN (s. S. 221) sind versteinert gut belegt. Am bekanntesten ist die Fossilgeschichte der skeletttragenden Gruppen mit den Runzelkorallen (Rugosa oder Pterocorallia) und den Steinkorallen (Madreporaria oder Scleractinia) unter den Sechsstahligen Korallen (Hexacorallia) sowie mit den Bödenkorallen (Tabulata). Hexakorallen erscheinen als Runzelkorallen erstmalig bereits im Ordovizium. Ursprünglich traten die Runzelkorallen als Einzeltiere, später aber als Koloniebildner auf; sie vertreten die Steinkorallen im Erdaltertum und erreichen im Silur und Devon ihre größte Arten- und Formenfülle — zum Beispiel *Streptelasma* aus dem Ordovizium und Silur, *Calceola* aus dem Devon, »*Cyathophyllum*« = *Hexagonaria* aus dem Devon und Karbon, *Lithostrotion* aus dem Karbon und Perm. Die stockbildenden Formen sind am Aufbau von Riffen (s. S. 167) beteiligt. Durch die zum Teil fiederförmige Anordnung der Scheidewände (Septen) zeigen sie eine mehr oder weniger ausgeprägte zweiseitige Symmetrie.

Gegen Ende des Erdaltertums starben die Runzelkorallen aus und wurden in der Trias von den Steinkorallen abgelöst, die bereits damals riffbildend vorkamen und auch gegenwärtig zu den wichtigsten Riffkorallen zählen. Infolge der regelmäßigen Entstehung ihrer Septen sind die Skelette der Einzeltiere (Polypare) strahlig-symmetrisch. Über die stammesgeschichtliche Herkunft der Steinkorallen sind die Ansichten geteilt; einige Forscher nehmen die Runzelkorallen als Stammform an, andere leiten sie von bisher unbekannten skelettlosen Ahnenformen her. Eine in der Trias einsetzende stammesgeschichtliche Entfaltung führte in der Oberkreidezeit zu einer großen Arten- und Formenfülle, die im Tertiär nicht mehr ganz erreicht wurde.



Actinula-Larve

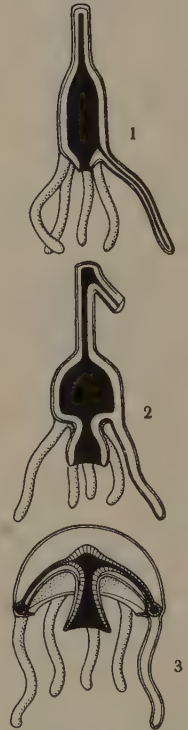
Während es bei den Runzelkorallen im Bau des Skeletts der Einzeltiere zur Bildung verwickelter und zusätzlicher Bauelemente im Bereich der Septalabschnitte (Trabekel) kam, sind die Steinkorallen durch eine zunehmende Löchrigkeit (Porosität) von Wand und Septen sowie durch eine Rückbildung der Septen zu Leisten oder Dornen bei gleichzeitiger Verstärkung des Hartgewebes zwischen den Einzeltieren (Coenesteum) gekennzeichnet.

Unter den ACHTSTRAHLIGEN POLYPEN (Octocorallia; Alcyonaria i. w. S.) sind SEEFEDERN (Pennatulacea) bereits aus dem Präkambrium nachgewiesen; ihre systematische Zugehörigkeit blieb freilich bis heute fraglich.

Das wichtigste Merkmal der NESSELTIERE (Stamm Cnidaria) sind sicher die Fang- und Wehrgane, die in Form von Nesselkapseln in riesiger Anzahl in der Außenhaut gebildet werden. Nesseltiere können einzeln leben oder Kolonien bilden. Sie treten in zwei Erscheinungsformen auf — den mehr oder weniger festsitzenden Polypen und den meist frei schwimmenden Medusen oder Quallen, die von schirm- oder pilzartigem Aussehen sind. Der Polyp hat eine schlauchförmige Gestalt; am einen Ende ist er geschlossen und sitzt mit diesem Teil, der Fußscheibe genannt wird, der Unterlage auf. Sein Rumpf wird von der »Schlauchwandung« gebildet und durch die Mundscheibe (Peristom) am anderen Pol begrenzt; zwischen diesen beiden Körperabschnitten bilden sich die Tentakel aus. Im Mittelpunkt der Mundscheibe liegt die Mundöffnung, die bei manchen Arten zu einem rüsselartigen Mundrohr verlängert wird. Während der Polyp in »die Länge gezogen« wirkt, ist die Meduse in dieser Achse stark zusammengestaucht, kann aber trotzdem aus der Polypengestalt hergeleitet werden. Rumpf und Fußscheibe bilden die nach außen gewölbte (konvexe) Schirmaußenwand (Exumbrella). Die Mundscheibe behält grundsätzlich ihre Gestalt und wandelt sich zur nach innen gewölbten (konkaven) Schirmunterseite (Subumbrella). In eigenartiger Weise ist der Magen umgeformt: Das beim Polypen meist dünne Stützblättchen (Stützlamelle) verdickt sich bei der Meduse wesentlich; zwischen Außenhaut und Innenhaut der Schirmaußenwand entsteht ein mächtiger Gallertschirm, der den Magen stark zusammendrückt. Dabei bleibt in den meisten Fällen nur noch eine Reihe strahlig (radiär) verlaufender Kanäle übrig, die von dem am Grund des Mundrohrs gelegenen »Magenrest« zum Schirmrand verlaufen; dort sind sie oft durch ein Ringgefäß miteinander verbunden. Zwischen den Radiärkanälen bleibt allerdings eine einschichtige Innenhautlamelle bestehen.

Obwohl die beiden Erscheinungsformen — Polyp und Qualle — hinsichtlich ihres Körperbaues einige Gemeinsamkeiten zeigen, sind sie doch grundverschieden, was ihre Lebensweise angeht. Der Polyp sitzt — abgesehen von einigen wenigen Ausnahmefällen — stets auf einer Unterlage fest oder kann höchstens in geringem Maße seinen Standort ändern. Die Meduse hingegen schwebt frei (planktonisch) im Wasser, teils aus eigener Kraft, teils durch die Strömung fortgetragen. Dieser Unterschied wird auch durch das massige Kalkskelett bestimmter Polypenformen, zum Beispiel der Rifff Korallen, verdeutlicht; ihnen steht die gallertige Beschaffenheit der Quallen, die oft zu 99 v. H. Wasser enthalten, gegenüber. Beide Lebensformen können jedoch

Stamm
Nesseltiere
von H. R. Haefelfinger



Erscheinungsformen der Nesseltiere, Ableitung der Meduse aus der Polypenform. 1 Typus Hydra (Tentakel mit Hohlraum), 2 Typus Hydroidpolyp (Tentakel ohne Hohlraum), 3 Typus Hydromeduse.

bestimmten Verhältnissen angepaßt werden. So können Polypen zur schwebenden, Medusen hingegen zur kriechenden oder gar festsitzenden Lebensweise übergehen.

Nesselkapseln

Beide Formen sind durch ihre Nesselkapseln (Cniden oder auch Nematozysten) gekennzeichnet. Sie werden in besonderen Zellen (Cnidoblasten) ausgeschieden und gehören zu den höchstentwickelten Absonderungsgebilden überhaupt, die im Tierreich von Zellen erzeugt werden. Ihre Hauptaufgabe besteht im Überwältigen der Beute; sie stellen aber auch eine wirkliche Waffe bei der Abwehr von Feinden dar. Die Nesselkapseln sind doppelwandige eiförmige Blasen; am einen Pol wird die innere Schicht nach innen in den Hohlraum gestülpt und verlängert sich zu einem langen, hohlen Schlauch, der wie ein Schiffstau aufgerollt ist. Beim Einstülpen entsteht eine Öffnung, die durch die Außenschicht in Form eines kleinen Deckels verschlossen wird. Die Kapsel steckt in der Bildungszelle, die einen feinen Fortsatz (Cnidozil) ins Wasser streckt. Die Kapsel enthält eine giftige und ätzende Flüssigkeit; der Schlauch selbst ist oft von einer klebrigen Ausscheidung bedeckt. Der erwähnte Fortsatz löst den ganzen Vorgang der Entladung aus. Größe und Gestalt der Nesselzellen sind so verschieden, daß sie in der Systematik als Bestimmungsmerkmal verwendet werden. Nach ihren Hauptaufgaben unterscheidet man Durchschlagskapseln (Penetrante oder Stenotele), Wickelkapseln (Volventen oder Semoneme) und Klebekapseln (Glutinanten oder Isorhiza).

Bei den Durchschlagskapseln sitzen am Grunde des Schlauches stachelartige Gebilde, die man auch als Stilette bezeichnet. Wird der über die Außenhautschicht hervorragende Fortsatz (Cnidozil) durch Berührung gereizt, so wickelt sich ohne Beteiligung des Nervensystems innerhalb von 0,003 bis 0,005 Sekunden folgender Vorgang ab: Die Blase zieht sich zusammen, der vorgebildete Deckel springt ab, und der Schlauch- oder Nesselfaden stülpt sich wie der Finger eines Handschuhs nach außen. Zuerst dringt die Spitze des Stilettes in den Körper des Opfers ein und reißt bei der Entfaltung eine größere Wunde — selbst in die harte Panzerung eines Kleinkrebschens —, unterstützt natürlich durch die ätzende Wirkung der ausfließenden Absonderung. Nun ist der Weg frei für den Faden, der ebenfalls in den Körper des Opfers eindringen kann. Das durch die Poren des Schlauches austretende Gift lähmt die Beute. Die Wickelkapseln besitzen kein Stilet, nach dem Auslösen wickelt sich der Faden blitzschnell spiralig um Körpervorsprünge, zum Beispiel um Borsten des Opfers, hält es fest und hilft so mit, daß weitere Durchschlagskapseln eingesetzt werden können. Ähnliche Aufgaben haben die Klebekapseln, deren Faden eine klebrige Oberfläche hat. Der Explosionsvorgang ist bis heute nicht geklärt. Jede explodierende Nesselkapsel geht mitsamt der Bildungszelle zugrunde; sie wird von undifferenzierten Zellen (interstitiellen Zellen), die sich oft am Grunde der Außenhaut finden, neu gebildet. Die verschiedenen Kapseltypen sind oft zu Nesselbatterien vereinigt. So können Außenhautzellen in den Tentakeln von Süßwasserpolyphen bis zu zwei Durchschlags-, drei Klebe- und achtundzwanzig Wickelkapseln enthalten. Klebende Nesselkapseln setzt ein Polyp (so z. B. der Süßwasserpolypp) neben dem Beutefang auch beim spannerartigen Kriechen ein. Meist sind Nessel-

Nesselbatterien

kapseln über den ganzen Körper verteilt, oft jedoch an bestimmten Stellen stark gehäuft, so an den Tentakeln.

Die Nesseltiere pflanzen sich nicht nur auf geschlechtlichem Wege fort, sondern sehr häufig auch ungeschlechtlich, meist durch Knospung. Auf die oft recht verwickelten Verhältnisse gehen wir bei der Schilderung der drei Klassen näher ein: 1. Hydrozoen (s. unten), 2. Echte Quallen oder Scheibenquallen (s. S. 209), 3. Blumentiere (s. S. 220).

Die HYDROZOEN oder HYDROPOLYPEN (Klasse Hydrozoa) sind meist verhältnismäßig klein; ihr Körper gliedert sich in den stiel förmigen Rumpf (Hydrocaulus) und das Köpfchen (Hydranth), an dessen Spitze sich der Mund öffnet. Das Köpfchen kann keulen förmig sein und auf seiner ganzen Länge Tentakel aufweisen; bei anderen Formen ist es mehr scheiben förmig und trägt am Rand ein bis mehrere Tentakelkränze. Der Magenraum ist meist sack förmig und ungegliedert. Die Geschlechtstiere der Hydrozoen — die Hydromedusen — sind in der Regel ebenfalls sehr klein, haben einen mehr oder weniger stark gewölbten Schirm und enthalten Gallerte ohne Zellen. Am Schirmrand schlägt sich die Außenhaut gegen die Glockenhöhle in Form einer Ringblende (Velum) um und verengt sie dadurch. Der Durchmesser der Öffnung kann durch Muskelfasern abgeändert werden. Beim Schwimmen wird das durch die Glockenzusammenziehungen ausgestoßene Wasser je nach dem Öffnungsgrad mit mehr oder weniger Druck herausgepreßt; dadurch wird die Schwimgeschwindigkeit geregelt (Rückstoßprinzip). Auffallend ist die vierstrahlige Symmetrie der Hydromedusen, die vor allem bei Jungtieren deutlich ausgeprägt ist (vier Tentakel, vier Radiärkanäle). Die Außenhaut bildet die Keimdrüsen.

Einige Eigentümlichkeiten zeigt die Fortpflanzung der Hydrozoen. Sehr ausgeprägt ist die ungeschlechtliche Vermehrung, die auf verschiedene Weise erfolgen kann. Sehr selten tritt eine Längs- oder Querteilung auf. Eine sogenannte Frustelbildung (Beulenbildung) an Polypen sieht man dagegen häufiger. An der Rumpfwand entstehen elliptische oder rundliche Frusteln (Beulen), die durch eine sich tief einschneidende Grenzfurche aus dem Körper herausgetrennt werden und als wimperlose feste Körper ein Eigenleben beginnen. In ihrem Bau gleichen sie Planularlarven, die sich jedoch nur durch Muskelzusammenziehungen fortbewegen können. Durch Bildung von Tentakeln und eines Magenraums wandeln sich die Frusteln in Polypen um. Weit verbreitet ist die Knospung von Polypen und Medusen, die wohl die typischste Art der ungeschlechtlichen Vermehrung darstellt. Dabei wölben sich sämtliche Körperschichten beulenartig vor und entwickeln sich fortschreitend zu neuen Wesen. Die so gebildeten Tochtertiere lösen sich ab oder bleiben zeitlebens mit dem Muttertier verbunden, so daß größere Stöcke entstehen können, die oft Hunderte bis Tausende von Einzelwesen umfassen.

Man unterscheidet mehrere Arten der Stockbildung. Bei verschiedenen Hydropolyten bildet der ursprüngliche Polyp (Primärpolyp) an seinem Grunde ein Röhrensystem, das Stolonennetz (Hydorrhiza), aus, das die Unterlage überzieht; aus diesen wurzelartigen Ausläufern sprossen dann die neuen Polypen. Unter Umständen kann das Stolonennetz auch senkrecht auf der



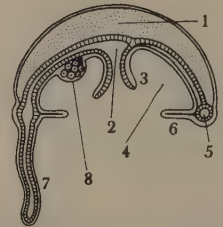
Scheibenförmiges Polypenköpfchen. 1 oraler Tentakelkranz, 2 aboraler Tentakelkranz, 3 Sporosacs.

Klasse

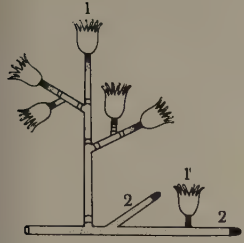
Hydrozoen



Keulenförmiges Polypenköpfchen. 1 Tentakel, 2 Medusenknospe, 3 Wurzel-
ausläufer.



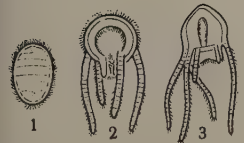
Hydromeduse (Schnitt, schematisiert): 1 Mesogloen, 2 Magenraum, 3 Mundöffnung, 4 Glockenhöhle, 5 Ringkanal, 6 Velum, 7 Tentakel, 8 Keimdrüsen.



Monopodiale Verzweigung (schematisiert). Schwarz: Wachstumszone an der Basis der Köpfcchen. Punkt: Knospungszone. 1 erste Hauptachse, 1' zweite Hauptachse, 2 Stolon.



Sympodiale Verzweigung eines Polypenstöckchens. 1 Gründungspolyp, 2 Stolon.



Direkte Entwicklung einer Meduse (*Aglaura hemistoma*; s. S. 182): 1 Planula-Larve, 2 Actinula-Larve in Umwandlung, 3 medusoidale Larve kurz vor der endgültigen Medusengestalt.

Unterlage wachsen und eine Art Stamm formen, der sich regellos verzweigt und die Polypen trägt. Meist bilden sich die Knospen unmittelbar am Rumpf des Primär- oder Mutterpolypen aus, wobei sich der Gründungspolyp ebenfalls mit einer Hydorrhiza auf der Unterlage verankert. Je nach Art der Verästelung unterscheidet man Stöckchen mit monopodiale und mit sympodiale Verzweigung. Bei der monopodiale Verzweigung wächst jeder gebildete Ast dank einer Wachstumszone an der Spitze; hierbei sind wiederum zwei Bildungsformen möglich. Bildet die Planula erst einen Polypen aus, dann liegt die Wachstumszone am Grund des Köpfcchen; darunter schließt die Sprossungszone an, die neue Köpfcchen erzeugt. An der Spitze eines Ästchens sitzt jeweils der älteste Polyp. Die nach diesem Bauplan wachsenden Kolonien sind in ihrem Gefüge sehr einfach. Komplizierte Stöckchen entstehen, wenn die Planularlarve zunächst keine Köpfcchen (Hydranthen), sondern eine Wachstumszone erzeugt; erst die darunterliegende Knospungszone läßt das erste Köpfcchen sprossen. Die Spitze eines jeden Ästchens wird bei diesen Kolonien durch eine Wachstumszone gebildet; die ihr zunächst liegenden Polypen sind die jüngsten. Nach diesem Bausystem entstehen zum Beispiel die zierlichen Stöckchen der Seemoose (s. S. 206).

Bei der sympodiale Verzweigung wächst der Gründungspolyp nur sehr kurze Zeit; der Knospungszone entspringt ein neuer Polyp, aus dem nach kurzem Wachstum ebenfalls wieder Seitenknospen entstehen. Auch die nach diesem Prinzip entstandenen Kolonien sind sehr formenreich. Die Außenhaut des Stöckchens scheidet nach außen ein chitinähnliches, elastisches Häutchen (Cuticula) ab, das der Kolonie einen gewissen Schutz vor Feinden gewährt; es wird Periderm genannt. Ihm lagern sich von innen ständig weitere Schichten an, so daß sich bei älteren Stöckchen ziemlich dicke Rindenschichten formen können, die der Kolonie besonders in bewegtem Wasser eine gewisse Festigkeit verleihen. Die Peridermhülle des Röhrensystems (der Stolonen) kann oft untereinander verschmelzen; anstelle der chitinen Absonderung wird manchmal sogar Kalk ausgeschieden. Deshalb entstehen oft auch bei Hydropolypen recht massige Kolonien, die in ihrer Erscheinung an Rifffkorallen erinnern.

Ebenfalls auf ungeschlechtliche Weise können am Polypen Medusen sprossen; sie bilden ihrerseits Eier und Samenzellen, aus deren Verschmelzung erneut ein Polyp entsteht. Dieser Entwicklungskreislauf vom festsitzenden Polypen über die frei schwimmende Meduse bis abermals zum festsitzenden Polypen, also zwischen ungeschlechtlich und geschlechtlich sich vermehrenden Tieren, wird als Generationswechsel (Metagenesis) bezeichnet. Man sieht ihn eigentlich immer als Normalfall bei Hydrozoen an. Daher ist es erstaunlich, daß nur ein Drittel aller Arten sich auf diese Weise fortpflanzt; die übrigen zwei Drittel haben dieses Verfahren nachträglich verändert. So kann zum Beispiel die Entwicklung der Medusenknospen vorzeitig abgebrochen werden; so gibt es Arten ohne Ringblende (Velum), Tentakel oder Mund. Die Geschlechtszellen entstehen im Polypenstock aus Ersatzzellen (interstitiellen Zellen) und wandern in die Medusen ein; solche vereinfachte Formen (Medusoiden) lösen sich oft noch ab und schwimmen einige Stunden frei im Wasser. Tritt der Entwicklungsstopp noch früher ein, also vor Ent-

stehung der Radiärkanäle und der Schirmunterseite, so lösen sich diese »Quallen« nicht mehr vom Polypen los, sondern bleiben in Form von verkümmerten Medusen (Sporosacs) an ihm hängen. Je nach dem Grad der Vereinfachung der Meduse finden sich die Geschlechtszellen frei im Wasser und entwickeln sich zu Planularlarven, die nach kurzer Schwärmzeit (rund zwölf bis vierundzwanzig Stunden) zu Boden sinken, sich mit Hilfe von Klebekapseln des Scheitelpols festhalten und zu Polypen umwandeln.

Manche Hydropolypen entlassen direkt eine Planula- oder Actinularlarve (Abb. S. 181); einige wenige Arten unterdrücken sogar jegliche Schwebeform. In seltenen Fällen unterbleibt umgekehrt die ungeschlechtliche Form (Polypengeneration); dann entstehen aus den befruchteten Eizellen Actinularlarven, die sich unmittelbar in eine Qualle umwandeln. Die Fortpflanzungsverhältnisse sind selbst innerhalb der systematischen Gruppen sehr uneinheitlich und oft auch von Umweltbedingungen abhängig. Im Normalfall bestehen die Kolonien der Hydropolypen aus einem einzigen Polypentyp, der sowohl Nahrung aufnimmt als auch durch Knospung von Medusen die geschlechtliche Generation erzeugt. Bei einigen Formen findet jedoch eine Arbeitsteilung innerhalb der Kolonie statt, wobei bestimmte Polypen (Trophozoiden, Nährpolypen) die Nahrungsaufnahme besorgen. Andere Polypen haben den Mund und die Tentakel zurückgebildet; sie erhalten die nötigen Nährstoffe durch das Kanalsystem der Innenhaut, das alle Einzelpersonen einer Kolonie miteinander verbindet. Hier bilden die Geschlechtspolypen (Blastozoiden oder Gonozoiden) ausschließlich Medusenknospen; die fadenförmigen Wehrpolypen (Dactylozooiden) tragen wirksame Nesselbatterien, mit denen sie Feinde abwehren, aber auch die Kolonie von anhaftenden Algen und Abfallstoffen reinigen können (Abb. S. 186). Die rund 2700 Arten von Hydropolypen, darunter 700 »frei schwimmende« Medusen, lassen sich in acht Ordnungen gliedern:

1. Athekaten — Anthomedusen (Atheicata — Anthomedusae; s. S. 187), 2. Limnohydrinen — Limnomedusen (Limnohydrina — Limnomedusae; s. S. 190), 3. Hydrinen (Hydrina; s. unten), 4. Halammohydrinen (Halammohydrina; s. S. 192), 5. Staatsquallen (Siphonophora; s. S. 192), 6. Thekaphoren — Leptomedusen (Thecaphora — Leptomedusae; s. S. 205), 7. Trachymedusen (Trachymedusae; s. S. 207), 8. Narkomedusen (Narcomedusae; s. S. 208).

Wir stellen die Ordnung der HYDRINA hier an die Spitze der Hydrozoen, weil ihre wichtigsten Vertreter, die Süßwasserpolyphen, dem Naturbeobachter im Binnenland und dem Aquarienfremd vertraute Tiere sind, an denen er die Eigenheiten der Hohltiere am besten kennenlernen kann. Diese Rolle spielten die Süßwasserpolyphen auch in der Entdeckungsgeschichte der Hohltiere. Ihr einfacher Aufbau ist aber nichts Ursprüngliches, sondern das Ergebnis einer Rückbildung, die sich vor allem auf die Medusengeneration erstreckte. Sie sind heute zumeist Bewohner des Süßwassers und daher in doppeltem Sinne eine Ausnahme. Dennoch gaben sie der ganzen Klasse den Namen »Hydrozoa«, was »Hydratiere« bedeutet.

Pflanzenreiche Teiche, die klares Wasser haben, sind das bevorzugte Lebensgebiet der Süßwasserpolyphen. Obwohl sie bei uns weit verbreitet sind, ist es gar nicht so einfach, sie zu finden. Dank ihrer Färbung und ihres Aussehens verschwinden sie zwischen den Wasserpflanzen. Diese Tatsache hat

1. Blaue Nesselqualle (*Cyanea lamarkii*; s. S. 217)
2. *Chironex fleckeri* (s. S. 214)
3. Lungenqualle (*Rhizostoma pulmo*; s. S. 219 u. Abb. S. 272)
4. *Nausithoe rubra*
5. Kompaßqualle (*Chrysaora hysoscella*; s. S. 215)
6. Ohrenqualle (*Aurelia aurita*; s. S. 217)
7. *Nausithoe punctata* (s. S. 214)

Ordnung
Hydrinen





1. *Corymorpha nutans*
(s. S. 188)
2. *Steenstrupia nutans*
(s. S. 188)
3. *Leuckartiana nobilis*
4. *Perigonimus*
5. *Eleutheria dichotoma*
6. *Eleutheria*
7. Rüsselqualle (*Geryonia proboscidalis*; s. S. 208)
8. *Solmundella bitentaculata* (s. S. 209)
9. *Solmissus albescens*
(s. S. 208)
10. *Oceania armata*
11. *Köllikeria fasciculata*
12. *Euphysa aurata*
13. *Aglaura hemistoma*

in vergangenen Jahrhunderten manchen Gelehrtenstreit über die wahre Natur dieser Tiere entfacht. Vor mehr als zweihundert Jahren schilderte der Schweizer Naturforscher Abraham Trembley (1700–1784) seine genauestens durchgeführten Untersuchungen an Süßwasserpolyphen. Seine zoologischen Arbeiten wurden von Zeitgenossen stark beachtet, gerieten aber in Vergessenheit, und erst die moderne Zoologie hat ihren wahren Wert wiedererkannt und Trembleys Pionierleistungen gewürdigt.

Eines Tages brachte Trembley aus einem Teich in der Nähe von Den Haag frischen Fang nach Hause. Später entdeckte er mitten im lebhaften Gewimmel von kleinen Krebschen und Insektenlarven blumenartige Gebilde, die an Stengeln von Wasserpflanzen klebten. Sein erster Gedanke war, daß die Pflanzen blühten; doch nach einiger Zeit beobachtete er, daß sich die »Blüten« nach einer Erschütterung des Glasgefäßes blitzschnell zusammenzogen und nur winzige grüne Klümpchen übrigblieben. Ließ er das Glas einige Zeit in Ruhe, so streckten sich die Wesen wieder langsam aus; erst erschien ein Stiel, dann entfaltete sich die »Blumenkrone«, und schließlich spielten die fädigen »Blumenblätter« erneut im Wasser. Trembley entdeckte mit diesen Beobachtungen allerdings nichts Neues; denn schon der erste bedeutende Erforscher der Kleinlebewelt, Antony van Leeuwenhoek (1632–1723), hatte diese Wesen einige Zeit vorher beschrieben, ohne sich freilich um ihre Lebensäußerungen und ihre systematische Zugehörigkeit zu kümmern. Mehr als drei Jahre machte Trembley Versuche mit den Süßwasserpolyphen, um zu ergründen, ob es sich um Tiere oder um Pflanzen handle. Die grüne Farbe der beobachteten GRÜNEN HYDRA (*Chlorohydra viridissima*) und das Festhaften führten den Forscher zunächst zu der Annahme, das Wesen sei pflanzlicher Natur, obwohl die Eigenbewegungen und die Geschmeidigkeit des Kelches eher einem Tier entsprachen. Trembleys Auffassung wurde erschüttert, als er eines Tages feststellen mußte, daß seine Hydren richtige Wanderungen unternahmen. Er fand alle diese Wesen auf der dem Licht zugewandten Seite des Aquariums; drehte er es um hundertachtzig Grad, so wanderten sämtliche Hydren innerhalb weniger Stunden auf die nunmehr belichtete Seite. Sie machten dabei spannerraupeartige Bewegungen: Die Mundscheibe mit den Tentakeln bog sich zum Untergrund und heftete sich fest; dann löste sich die Fußscheibe vom Untergrund, der Körper zog sich zusammen, und der Fuß wurde erneut in der Nähe des Tentakelkranzes abgesetzt. Nach dem Festheften lösten sich die Tentakel vom Boden, die Polyphen streckten sich und waren bereit zu einem neuen »Schritt«.

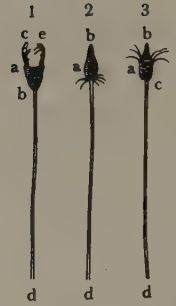
Nun ersann Trembley einen weiteren Versuch: Er wollte die Neubildungsfähigkeit als Prüfstein für die Zugehörigkeit zum Tier- oder Pflanzenreich machen. So zerschnitt er mehrere Hydren in ganz verschiedenen Körpergegenden und beobachtete, was mit den Teilstücken geschah. Wenn sie sich zu neuen Wesen entwickelten, wie dies Pflanzenstecklinge ja tun, so mußten es nach seiner Meinung Pflanzen sein. Gingen sie zugrunde, so hätte er es mit Tieren zu tun. Bei dieser Überlegung Trembleys dürfen wir nicht vergessen, daß zu seiner Zeit noch keine Untersuchungen über die Neubildung verllorener oder zerstörter Körperteile (»Regeneration«) im Tierreich vorlagen. Deshalb war Trembley über seine Ergebnisse außerordentlich verblüfft: Die zer-

schnittenen Polypen blieben am Leben; ja, noch mehr, das obere Teilstück einer quer durchschnittenen Hydra bildete ein neues Fußstück, die untere Hälfte einen neuen Tentakelkranz. Nach knapp zwei Wochen hatte Trembley in den Gläsern zwei vollwertige Wesen; auch kleinere Bruchstücke von Hydren erneuerten sich vollständig. Damit war Trembley auf eines der seltenen Beispiele vollständiger Regenerationsfähigkeit im Tierreich gestoßen.

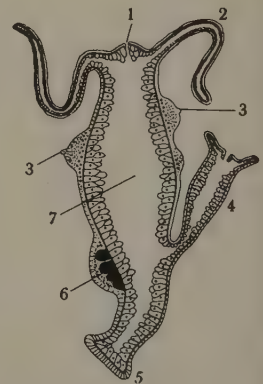
Etwa zur gleichen Zeit entdeckte er, daß unverletzte Polypen seitliche Knospen am Körper bilden können, die allmählich zu einer kleinen Hydra heranwachsen und sich schließlich vom Muttertier trennen. Das war für ihn der eindeutige Beweis, daß sich die Wesen auf ungeschlechtliche Weise nach Art pflanzlicher Knospung vermehren können. Diese Tatsache verwirrte Trembley aufs neue; sein Zwiespalt war durch die Versuche nicht geringer geworden. Nun entschloß er sich, einige Hydren dem großen französischen Naturforscher Réaumur (1683–1757) zur Prüfung zu senden. Réaumur stellte fest, daß es sich um ein Tier handeln müsse, und gab ihm den Namen »Polyp«, da ihn die Fangarme der Hydra an den »Meerespolypen«, den achttarmigen Kopffüßer *Octopus vulgaris*, erinnerten. Den Namen »Hydra« schuf Linné, da diesem Tier wie der gleichnamigen vielköpfigen Wasserschlange aus der griechischen Sage für jedes abgeschlagene »Haupt« zwei neue sprießen — eine ungeheure Regenerationsfähigkeit.

Trembley kam schließlich selbst zu der Überzeugung, daß seine Polypen Tiere sein mußten. So entdeckte er zum Beispiel, daß die Wesen mit ihren langen Fangarmen vorbeischwimmende Kleinkrebschen erbeuten und zum Munde führen konnten; nach einiger Zeit wurden die unverdaulichen Reste des verschlungenen Opfers durch die Mundöffnung wieder ins Freie befördert. In weiteren Versuchen befaßte sich Trembley mit der Ortsveränderung und der freiwilligen Teilung; er pfpfote halbe Hydren aufeinander und ließ sie zusammenwachsen. Außerdem stülpte er sie in mühseliger Kleinarbeit mittels einer Schweinsborste um und fand so heraus, daß die nun auf der Innenseite liegenden Außenhautzellen wieder nach außen wanderten und die jetzt außen befindlichen Innenhautzellen erneut nach innen. Weiter entdeckte Trembley, daß die grüne Farbe der untersuchten Polypen von kleinen Algenzellen herrührt, die als Symbionten in den Außenhautzellen eingebettet sind. Auch den Bau und die Aufgaben der Nesselkapseln hat er eingehend erforscht.

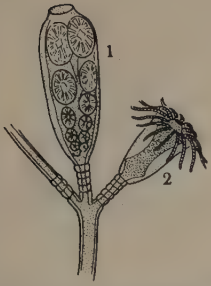
Im Laufe der vergangenen zweihundert Jahre hat man natürlich noch manche ergänzenden Beobachtungen zu Trembleys Schrift über die Hydren gemacht, so daß wir heute über diesen kleinen Süßwasserpolyphen recht gut Bescheid wissen. Gut genährte Tiere pflanzen sich meist nur ungeschlechtlich fort; dabei wölben sich beide Körperschichten nach außen vor und bilden eine warzenartige Erhebung. Ihre Spitze wird zur Mundpartie mit dem Tentakelkranz, während sich das ganze Gebilde in die Länge streckt; die beiden Magenräume bleiben vorerst miteinander verbunden, so daß dem Tochterpolypen bis zur Ablösung Nahrung zugeführt werden kann. Am Muttertier können gleichzeitig mehrere Knospen gebildet werden. Auch geschlechtliche Fortpflanzung tritt auf — meist bei ungünstigen Lebensbedingungen, zum Beispiel bei Futtermangel. Im oberen Körperdrittel entstehen dann Vor-



1 Ein stark zusammengezogener und sehr aufgetriebener Polyp (ab), c und e geschnappte Schnakenlarven, bd Schweinsborste, die zur Umstülpung dient, sie berührt das Fußende des Polypen (b). In dieser Stellung drückt man das Hinterende des Polypen hinein, um ihn »umzukehren«. 2 Ein umgekehrter Polyp (ab), der auf dem Ende der Schweinsborste (bd) steckt. 3 Ebenfalls ein Polyp (cab) auf dem Ende einer Schweinsborste (bd), jedoch nicht ganz umgestülpt. Da der Fuß (ab) einwärts gedrückt ist, kommt er beim Mund heraus, das vorderste Stück, der Kopf (ac), ist noch ungestülpt geblieben.



Süßwasserhydre (schematisiert): 1 Mund, 2 Tentakel (hohl), 3 »Hoden«, 4 Knospe, 5 Fußscheibe, 6 Eizellen, 7 Magenraum.



Thekater Polyp (Sprossung von Medusen, s. S. 182).
1 Blastozoid mit Medusenknospen, 2 Nährpolyp.

wölbungen der Außenhaut, in denen aus undifferenzierten Zellen (sogenannten Ersatzzellen) Samenzellen gebildet werden. In der unteren Hälfte des Körpers liegt in weiteren Vorwölbungen je eine Eizelle; sie sind ebenfalls aus Ersatzzellen entstanden. Die Geschlechtszellen werden ins Wasser abgegeben, wo die Eier und Samenzellen sich finden. Aus der befruchteten Eizelle (Zygote) entwickelt sich wiederum ein Polyp. Meist entstehen an den Süßwasserpolypen sowohl weibliche als auch männliche Geschlechtszellen; die Tiere sind also Zwitter.

Wie schon Trembley beobachtet hat, weisen die Süßwasserpolypen eine erstaunliche Neubildungsfähigkeit (Regenerationsfähigkeit) auf. Man hat die kleinen Wesen in bis zu zweihundert Einzelteile zerschnitten, die je knapp 0,2 Millimeter groß waren; sogar unter diesen Umständen wuchsen sie alle zu je einem Polypen heran. Die einzige Voraussetzung zur Neubildung ist, daß jedes Teilstück Außenhaut- und Innenhautzellen sowie Ersatzzellen enthält; die Ersatzzellen können sich den jeweiligen Bedürfnissen gemäß ausbilden.

In den europäischen Gewässern findet man verschiedene Arten von Süßwasserpolypen, die zum Teil allerdings sehr schwierig zu unterscheiden sind. Als Merkmale gelten die verschiedenartige Ausbildung der Eizellen, die Form und Aufrollung der Klebekapseln und die Geschlechtsverhältnisse. Wichtigste Vertreter sind: 1. GRÜNE HYDRA (*Chlorohydra viridissima*; KL 1–2 cm); durch einzellige symbiontische Algen grün gefärbt, meist acht Tentakel, die stets kürzer als ihr Körper sind. 2. BRAUNE HYDRA (*Hydra vulgaris*; KL 1–2 cm); Stiel deutlich abgesetzt, Färbung ändert sich je nach der aufgenommenen Nahrung; meist sechs Arme, die rund dreimal so lang sind wie der Körper. 3. GRAUE HYDRA (*Hydra oligactis*); Stiel deutlich abgesetzt; meist sechs Tentakel, Länge und Körperverhältnisse hängen vom Ernährungszustand und vom Grade der Zusammenziehung ab. Diese Hydra kann ihre Tentakel auf gut fünfundzwanzig Zentimeter Länge strecken, aber auch ruckartig auf weniger als fünf Millimeter Länge zusammenziehen. Dazu ermöglicht die erstaunliche Dehnbarkeit ihres Leibes das Verschlingen großer Beutestücke, die ihn dann ballonartig anschwellen lassen (Abb. S. 198).

Nahe verwandt ist die im Brackwasser der Nord- und Ostsee heimische *Protohydra leuckarti*. Die ein bis zwei Millimeter hohen, tentakellosen Polypen leben vorwiegend auf Sandboden; sie fangen ihre Beute mit den vielen Durchschlagskapseln, die über den ganzen Körper verteilt sind. *Protohydra* kann sich ungeschlechtlich durch Querteilung vermehren, bei ungünstigen Lebensbedingungen auch geschlechtlich, wobei die Geschlechter getrennt sind.

Ordnung
Atheakaten – Antho-
medusen

Die vielgestaltigen ATHEKATEN – ANTHOMEDUSEN (Ordnung Athecata – Anthomedusae) sind selten als Einzelwesen anzutreffen; sie stehen oft in Büscheln zusammen oder bilden verzweigte Stöckchen. In dieser Ordnung wechselt eine ungeschlechtlich knospende Polypengeneration mit einer geschlechtlich sich vermehrenden Medusengeneration ab. Der Stiel des Polypen besitzt entweder keine oder nur eine kurze Hülle (Peridermhülle, Theka), die das Köpfchen frei läßt (daher »athekat«). Da die meisten Formen mit bloßem Auge gerade noch knapp gesehen werden können, hat der Strandwanderer

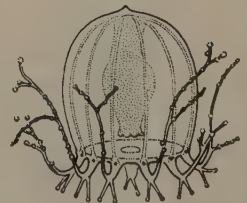
kaum Gelegenheit, Bekanntschaft mit diesen Nesseltieren zu schließen. Vielleicht findet er einmal an einer Hafenmole oder einem untergetauchten Seil Gruppen des KÖPFCHENPOLYPEN (Gattung *Tubularia*), die in verschiedenen Arten in den Meeren rings um Europa vorkommen. Auf einem zwei bis drei Zentimeter langen Stiel sitzt ein kleines Köpfchen, das zwei Tentakelkränze (Wirtel) besitzt, der eine steht unmittelbar um die Mundöffnung, der andere am Grunde des Köpfchens. Zwischen den beiden Kränzen liegen die Geschlechtsknospen, die keine freien Medusen, sondern Sporosacs (s. S. 182) erzeugen, die nur Geschlechtszellen ausbilden. Aus dem befruchteten Ei entsteht eine frei schwimmende Actinularve, die sich unmittelbar in einen Polypen umwandelt.



Actinula eines Köpfchenpolypen (*Tubularia*).

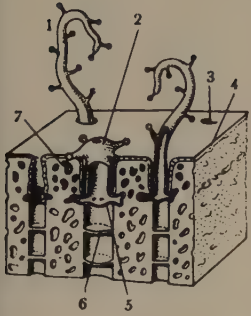
Bekannt sind vor allem den Tauchern die bis zehn Zentimeter hohen Stöckchen der EUDENDRIDEN (Familie Eudendridae). Besonders häufig findet man sie in der obersten Uferzone (Litoral), wo sie oft ganze Zwergwäldchen bilden und eine beliebte Futterquelle für manche Wirbellose, wie Nacktschnecken, Gespensterkrebse und dergleichen, sind. Bei den Eudendriden ist die Medusengeneration ebenfalls vereinfacht. Die Sporosacs geben Eier und Samenzellen ins Wasser ab; die Planularlarve entwickelt sich zu einem Primärpolypen, aus dem durch seitliche Sprossung ein neues Stöckchen entsteht.

Zu den typischen Vertretern mit einer Medusengeneration gehören die CORYNIDEN (Familie Corynidae), zum Beispiel *Coryne sarsi*. Der Polyp, nur wenige Millimeter hoch, hat eine keulenförmige Gestalt; die Tentakel mit den knöpfchenförmigen Endverdickungen sind über den ganzen Körper mit Ausnahme des Stiels verstreut. Zwischen den Tentakeln knospen die Medusen. Die frei schwimmenden Medusen, denen man den Namen *Sarsia tubulosa* gab, sind verhältnismäßig hochgewölbte Glocken von zwölf Millimeter Durchmesser; die Glockenöffnung wird durch eine ringförmige Haut (Velum) teilweise verschlossen. Vier ziemlich kurze Tentakel hängen vom Schirmrand herunter; die Keimdrüsen sitzen am röhrenförmigen Mundschlauch (Manubrium). Am Tentakelgrund befinden sich kleine Lichtsinnesorgane (Ocellen). Von einigem Interesse ist die im Mittelmeer lebende Anthomeduse *Sarsia gemmifera*, deren Polypengeneration unbekannt ist. Äußerlich ähnelt sie *Sarsia tubulosa*; am stark verlängerten Mundrohr sitzen oft Medusenknospen. Der Polyp von *Cladonema radiatum* (KL knapp 5 mm) besitzt am Grunde des Köpfchens vier fadenförmige und in der Nähe des Mundpoles vier geknöpfte Tentakel. Besonders merkwürdig sind jedoch die am Köpfchen sprossenden Medusen. Die kaum vier Millimeter hohen Wesen schwimmen nämlich nicht nur umher, sondern kriechen mit ihren mehrfach verzweigten Tentakeln auch auf der Unterlage herum. Vor allem in Wattgebieten lebt als Einzelpolyp *Corymorpha nutans* (KL bis 12 cm; Abb. S. 184). Der dicke Hydrocaulus »wurzelt« in schlammvermischten Sanden; an seinem Köpfchen sprossen Medusen mit nur einem Tentakel, die unter dem Namen *Steenstrupia nutans* (Abb. S. 184) bekannt sind. Ihre Glocke ist zu einer Spitze ausgezogen. In rund fünftausend Meter Tiefe lebt der größte bekannte Vertreter der Athekaten, *Branchiocerianthus imperator* (KL bis 232 cm), der seinen langen Körper mit wurzelähnlichen Hydorhizomen im Schlamm verankert. Die Ten-



Cladonema radiatum, eine Anthomeduse.

takel verdichten sich an der Spitze, nämlich um den Mund, in einem kleineren Tentakelkranz; daneben befinden sich lange, verzweigte Stiele mit Geschlechtsträgern (Gonophoren) und schließlich nochmals eine Krone aus Hunderten von langen Tentakeln.



Blockdiagramm einer Feuerkoralle: 1 Wehrpolyp, 2 Nährpolyp, 3 zurückgezogener Polyp, 4 Ektoderm, 5 Entoderm, 6 Zwischenboden, 7 angeschnittene Stolonröhren.

Den Steinkorallen (s. S. 226) äußerlich sehr ähnlich sind die Stöcke der FEUERKORALLEN (*Millepora*; Abb. S. 198, 237 u. 238), die besonders stark nesseln können. Aus der Planularlarve entwickelt sich zunächst ein Röhrengeflecht (Stolonengeflecht) in drei Richtungen, das die Unterlage (Fels, tote Rifff Korallen und dergleichen) mit einer kaum millimeterhohen Schicht überzieht. Die Wandungen der Stolonröhren sondern Kalk ab, so daß das Netz zu einer Kalkkruste verschmilzt; nur die gegen das Wasser gerichtete Oberfläche verkalkt nicht, sondern ist von der Außenhaut, in der unzählige Nesselkapseln eingebettet liegen, überzogen. Die Polypen sprossen aus den untersten Röhren des Geflechtes und sind daher in kleine Gruben eingesenkt, in die sie sich blitzschnell zurückziehen können. Sehr einfach gebaut sind die Nährpolypen; um ihren Mund liegen vier geknöpfte Tentakel. Oft sind um einen Nährpolypen kreisförmig fünf bis acht mundlose Wehrpolypen angeordnet, die schlauchförmig sind und einfachen Tentakeln gleichen. Zunehmend verdickt sich die Stolonenkruste durch neue, nach oben gerichtete Geflechte. Dabei sterben die unten liegenden Schichten ab, und die Polypen verlängern sich; damit sie jedoch eine gewisse Länge nicht übersteigen, bilden sie ab und zu einen neuen Boden, so daß die Wohnröhre gekammert wird. Nach einiger Zeit haben sich dicke Kalkkrusten gebildet, wobei sich richtige, verzweigte Stöcke von mehreren Dezimetern Höhe formen können; die Feuerkorallen sind deshalb maßgeblich am Aufbau der tropischen Korallenriffe beteiligt. Im Gegensatz zu anderen Hydropolypen werden bei der Feuerkoralle die Geschlechtszellen in den Stolonwänden gebildet und wandern von dort in den Polypen ein; er wandelt sich in eine vereinfachte Meduse ohne Tentakel und ohne Velum (s. S. 181) um. Nach der Ablösung schwimmt sie nur wenige Stunden umher.

Ebenfalls skelettbildend sind die früher oft mit den Feuerkorallen zur Gruppe der HYDROKORALLEN (Hydrocorallidae) vereinigten STYLASTERIDEN (Familie Stylasteridae; Abb. S. 237). Sie entwickeln auch ein senkrecht aufstrebendes und sich verzweigendes Stolonennetz, das verkalkt und den im gleichen Raum vorkommenden Steinkorallen auffallend gleicht. Eine weitere Ähnlichkeit entsteht aus folgendem Grunde: Der Nährpolyp ist kreisförmig von einer Reihe von Wehrpolypen umgeben; deren Wohnröhren gehen aber unmittelbar in die des Nährpolypen über, so daß man bei oberflächlicher Betrachtung an den durch Scheidewände gegliederten Kelch der Steinkorallen erinnert wird. Im Gegensatz zu den Feuerkorallen haben die Stylasteriden eine sehr dicke lebende Rinde. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von den arktischen Meeren bis in die Tropen.

Eine weitere Form der Athekaten dringt ins Brackwasser, ja selbst ins Süßwasser vor: der KEULENPOLYP (*Cordylophora caspia*; GL bis 10 cm), der in der Ostsee vorkommt und in die Unterelbe und Wesermündung einwandert. Er wurde sogar schon in der Gegend von Berlin gefunden. Keulenpolypen sind zart gebaute Stöckchen, die sich aus wurzelartigen Ausläufern erheben.

Ihre Geschlechtsträger haben nur vereinfachte Medusen (Sporosacs) und entlassen Planularlarven, die sich sofort wieder zu einer Kolonie entwickeln.

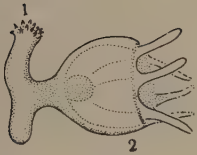
Manche Athekaten sitzen auf Schneckenhäusern, so zum Beispiel die im Mittelmeer und Atlantik heimische Art *Podocoryne carnea*. Die Peridermhüllen des Stolonennetzes verschmelzen zu einer chitinen einheitlichen Platte, aus der sich die Nähr- und Wehrpolypen erheben. Besonders häufig besiedeln diese Nesseltiere die Schalen der zu den Vorderkiemern zählenden Schneckengattung *Nassa* oder von Einsiedlerkrebsen bewohnte Gehäuse. Die Medusen dieser Art bilden sich an winzigen Nährpolypen; ihr Schirm ist knapp zwei Millimeter hoch und trägt vier bis acht Tentakel. In der Nordsee und vor allem in der Ostsee kommt die verwandte Art *Hydractinia echinata* vor, die auf Schneckenhäusern sitzt, welche vom Einsiedlerkrebs *Eupagurus bernhardus* bewohnt sind. Die in den Geschlechtsträgern erzeugten Planularlarven setzen sich nur auf genügend schnell bewegten Gegenständen fest, also lediglich auf bewohnten Schalen. Sie bilden ebenfalls eine feste Stolonplatte, aus der sich oft Tausende von rund fünfzehn Millimeter langen Nährpolypen erheben. Dazwischen sitzen Geschlechtspolypen, deren stark vereinfachte Medusen vollentwickelte Planularlarven entlassen. Entlang der Öffnung des Schneckenhauses bilden sich Wehrpolypen, die besonders viele Nesselkapseln in der Außenhaut besitzen. Da sich unter der Stolonplatte die Kalkschicht auflöst, übernimmt die Polypenkolonie zunehmend den vollständigen Schutz des Krebses, wie wir es später auch bei der Mantelaktinie (s. S. 224) kennenlernen werden.

Die LIMNOHYDRINEN — LIMNOMEDUSEN (Ordnung Limnohydrina — Limnomedusae) sind als Polypen unscheinbare Bodenbewohner, die keine Kolonien bilden und oft keine Tentakel haben. Ihre Medusen haben hohle Tentakel; die Keimdrüsen sitzen an den Radiärkanälen, manchmal auch am Mundkegel. Besonders bekannt ist diese Ordnung durch die Süßwassermедуsen, vor allem durch *Craspedacusta sowerby*, geworden. Lange Zeit glaubte man, daß Medusen ausschließlich im Meere vorkommen, bis im Jahre 1880 im Botanischen Garten von Kew bei London kleine Quallen von 0,6 bis 15 Millimeter Durchmesser gefunden wurden. Sie lebten in einem Becken, das mit Riesenseerosen (*Victoria regia*) aus brasilianischen Gewässern bepflanzt war. Man nahm damals an, daß die Quallen mit diesen Pflanzen eingeschleppt wurden — ein Verdacht, der sich kurz darauf bestätigte; denn in Lyon wurde *Craspedacusta* unter gleichen Bedingungen gefunden. Nach einigen Jahren fand man *Craspedacusta* auch in verschiedenen anderen Gewässern Mitteleuropas, so zum Beispiel 1929 im Tropt, einem kleinen Zufluß der Garonne. Die Medusen traten dort in solchen Mengen auf, daß das Wasser milchig getrübt war. Nach acht Tagen waren jedoch alle Quallen verschwunden, und erst in den Jahren 1932–1934 erschienen sie erneut. *Craspedacusta* bevorzugt kleine, künstlich angelegte Becken, Teiche, alte Wassergräben und gestaute Flüsse, ausnahmsweise auch kleine Seen. In den vergangenen Jahren tauchte sie sogar oft gänzlich unvermutet in verschiedensten Gegenden Mitteleuropas auf. So sah man große Quallen dieser Art mehrmals in dem nur sommers gefüllten Seerosenbecken des Frankfurter Palmengartens; und im Main waren kleine Quallen vor seiner Verschmutzung einst regelmäßig anzutreffen.

Ordnung
Limnohydrinen—Lim-
nomedusen

Vor zwei Jahren wollte ein Aquarianer in einem Fischweiher im Oberelsaß in der Nähe von Basel Lebendfutter für seine Pfleglinge holen; er zog sein Netz durchs Wasser und war sehr erstaunt, als er es prall gefüllt mit einer gallertigen Masse herausholte. Bei näherer Betrachtung entdeckte er, daß Tausende von Süßwassersedusen im Teich umherschwammen. Sie hatten im Mittel einen Durchmesser von zwanzig Millimeter und schienen geschlechtsreif zu sein. Eine Woche später konnten nur noch einige absterbende Quallen gefunden werden.

Die Suche nach dem zugehörigen Polypen war eine langwierige Angelegenheit; schließlich entdeckte man das tentakellose unscheinbare Wesen von knapp zwei Millimeter Länge. Mit Ausnahme der Mundscheibe ist der Polyp von einer klebrigen Schleimschicht umhüllt und sitzt in fließendem Wasser auf Steinen oder Muschelschalen; so entgeht er der Gefahr, von Ablagerungen zugedeckt zu werden. Die um die Mundscheibe liegenden Nesselkapselbatterien fangen die Nahrung, die dem Polypen vom Wasser zugetragen wird, vor allem kleine Würmer, wie Wenigborster (s. 12. Kap.) und Fadenwürmer (s. 10. Kap.). Auf zwei Wegen erfolgt die ungeschlechtliche Vermehrung. An der Körperwandung oder am Mundpol können sich sogenannte Frusteln (s. S. 180) bilden, aus denen nach dem Loslösen wieder Polypen entstehen. Auch seitliche Knospung von Polypen wurde beobachtet; oft blieben die Tochterpolypen längere Zeit mit dem Mutterpolypen vereinigt. Man hat im Rheinland Doppelpolypen, ja sogar Stöckchen mit bis zu sieben Einzelpersonen gefunden. Steigt die Wassertemperatur, so können sich aus den Knospen unmittelbar Medusen bilden, die frisch losgelöst einen Durchmesser von knapp einem Millimeter und acht Tentakel haben; diese Zahl steigt mit zunehmender Größe, bis bei 22 Millimeter Durchmesser 614 Tentakel gezählt wurden. In Aquarien hat man festgestellt, daß die Medusen mit neun Millimeter Durchmesser geschlechtsreif waren.



Süßwasserseduse. 1 Polypenköpfchen, 2 Medusenknospe.

Eine kleine Meduse von rund zwanzig Millimeter Durchmesser ist der im Atlantik und Mittelmeer weit verbreitete *Gonionemus vertens*. Beim Fischen von Bodenplankton habe ich in den Seegraswiesen bei Nizza oft Dutzende gefangen; denn tagsüber sitzen sie, meist mit dem Mund nach oben gekehrt, auf Seegrasblättern, wobei sie wohl sicher Nahrung aufnehmen. Meist geschieht dies aber in folgender Weise: Die Quallen schwimmen gegen die Wasseroberfläche, dann drehen sie sich um hundertachtzig Grad und lassen sich mit entspannter Glocke und weit ausgebreiteten Tentakeln zu Boden sinken; damit können sie natürlich einen sehr großen Raum abfischen. Ein ähnliches Fischen hat man auch bei *Craspedacusta* beobachtet. Der Schirm von *Gonionemus* ist halbkugelig; am Rande sitzen über hundert Tentakel, an den Radiärkanälen liegen die Keimdrüsen in Form gefalteter Bänder von gelber bis oranger Tönung; auch das Mundrohr ist gefärbt. Die einzeln lebenden Polypen sind winzig klein (kaum einen halben Millimeter hoch) und von flaschenförmiger Gestalt. Sie sitzen in einer Schleimhülle auf dem Untergrund und strecken ihre drei bis fünf nur zwei Millimeter langen Tentakel wie Leimruten auf dem Boden aus. Ungeschlechtlich vermehren sie sich ebenfalls durch seitlich sich entwickelnde Frusteln an der Körperwand, aus denen sowohl Polypen als auch Medusen entstehen können. Ebenfalls in den

Seegraswiesen findet man die prächtige *Olindias phosphorica* mit gut fünf Zentimeter Schirmdurchmesser. Neben den vier Radiärkanälen hat sie zahlreiche vom Schirmrand gegen die Glockenmitte laufende Blindkanäle. Die Glocke ist gelblich bis bläulich-rosa gefärbt; die rüschenartigen Keimdrüsen sind rot bis braun.

Erst in unserem Jahrhundert wurde die eigenartige Ordnung der HALAMMOHYDRINEN (Halammohydrina) entdeckt. Sie umfaßt ausschließlich bodenbewohnende Formen, die ähnlich wie Süßwasserpolyphen aussehen. Aus den befruchteten Eiern entwickelt sich eine Larve, die sich unter Bildung zweier Tentakelkränze am Scheitelpol gegenüber dem Mundpol zum erwachsenen Tier umwandelt. Ein Schirm wird überhaupt nicht mehr gebildet. Dafür sind Tentakel und Mundstiel dicht bewimpert. Nach Remane »gleiten« diese Wesen mittels Flimmerbewegungen dicht über der Sandfläche oder sogar zwischen den Sandkörnern durch. Als typische Form gilt die im Sandboden der Kieler Bucht lebende *Halammohydra octopodides* (KL knapp 2 mm). Weitere Arten sind dank ausgiebigen Studiums der Sandfauna inzwischen beschrieben worden.

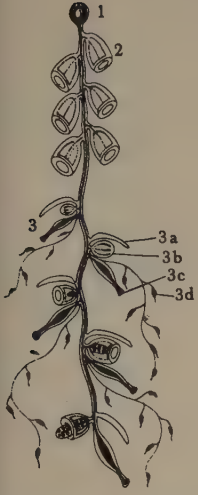
Ordnung
Halammohydrinen

Hinter der nüchternen Begriffsbestimmung »frei schwimmende Hydrozoenkolonien der Hochsee, die sich aus medusen- und polyphenförmigen Einzeltieren zusammensetzen« verbirgt sich eine Fülle von eigenartigen und teils bezaubernd schönen Wesen. STAATSQUALLEN (Ordnung Siphonophora) nennt man die Vertreter dieser Ordnung, weil in ihnen die Einzeltiere der Kolonie zeitlebens miteinander verbunden bleiben und sich in die zur Erhaltung des Ganzen nötigen Tätigkeiten teilen. Ihren jeweiligen Aufgaben entsprechend sind die Einzelwesen nach verschiedenen Richtungen umgeformt; nicht immer ist es klar, ob ein solches Tier aus einer Meduse oder einem Polypen hervorging. So nennen wir die Einzelwesen der Kolonie, wie ihr großer Erforscher Ernst Haeckel es tat, einfach »Personen«. Arbeitsteilung zwischen mehreren Polypenformen eines Stockes begegnete uns bereits bei den Athekaten; so besitzt *Hydractinia echinata* (s. S. 190) Nähr-, Wehr- und Geschlechtspolyphen, die einem gemeinsamen Wurzelgeflecht entspringen. Mehrere Merkmale der Staatsquallen weisen auf ihre Abkunft von athekatiden Hydrozoen hin. Nicht die Bildung eines Tierstaates war demnach die Errungenschaft der Staatsquallen gegenüber ihren Ahnen, sondern ihre Ablösung vom Untergrund, der ihnen die freie Hochsee als Lebensraum erschloß.

Ordnung
Staatsquallen

In ihrer Anpassung an das Hochseeleben gingen die Staatsquallen zwei getrennte Wege: Ihre Mehrzahl mit heute etwa 145 Arten hat man seit Ernst Haeckel als SIPHONANTHEN (Unterordnung Siphonanthae) zusammengefaßt, während die DISKONANTHEN (Unterordnung Disconanthae) mit ihnen nur wenig gemein haben und heute kaum zehn Arten zählen.

Der Aufbau einer siphonanthiden Staatsqualle läßt sich am besten verstehen, wenn man die Entwicklung einer Kolonie mitverfolgt, obwohl es wegen der Vielgestaltigkeit dieser Gruppe sehr schwer ist, eine allgemeine Beschreibung zu geben. Aus den befruchteten Eiern bildet sich eine frei schwimmende Planularlarve. Zunächst entwickelt sich aus einer seitlichen Außenhautverdickung eine unfruchtbare Hydromeduse ohne Tentakel und Mundrohr —



Staatsqualle (schematisiert): 1 Pneumatophor, 2 Schwimmglocken, 3 Cormidium, 3a Deckblatt, 3b Geschlechtsmedusen, 3c Nährpolyp, 3d Fangfaden mit Nesselbatterien.

eine Schwimmglocke. Unterhalb dieser Schwimmglocke formt sich aus einem warzenartigen Gebilde ein erster Fangfaden. Im Innern der einstigen Planularlarve entsteht der Magenraum, und schließlich bricht auch eine Mundöffnung durch. Damit ist das Stadium einer Siphonularlarve erreicht. Nun bildet sich am Grunde des ersten Fangfadens eine Wachstumszone und seitlich eine Knospungszone. Die Wachstumszone verlängert sich zusehends und wird schließlich zu einer langen schlauchförmigen Achse, die nichts anderes ist als der ungemein gestreckte Stamm (Hydrocaulus) des Primärpolypen; denn an seinem Ende sitzen dessen Mund und Fangfaden. Als nächstes bildet die Knospungszone eine unfruchtbare, ebenfalls mund- und tentakellose Hydromeduse, welche die Aufgabe der Larvenglocke übernimmt. Bald darauf wird auch sie abgestoßen, und die neugebildete Glocke übernimmt die Fortbewegung.

Die Knospungszone bildet von nun an fortwährend andersartige Knospen, die durch die ständig tätige Wachstumszone von der Schwimmglocke wegrücken und einen langen Stamm formen. Jede dieser Knospen wird zu einem kurzen Seitenzweig der Achse, einer sogenannten Personengruppe (Cormidium). Diese Personengruppe besteht aus einem Nährpolypen (Trophozoid) und einem längeren Fangfaden (Tentakel). Am Grunde des Nährpolypen setzt ein breites, nach innen gebogenes und gallertiges Deckstück an. In dessen dicke Mesogloea (s. S. 176) entsendet der Polyp einen Fortsatz des Magenraumes. Ebenfalls am Grunde des Nährpolypen entspringen eine oder mehrere Röhren, an denen dann Geschlechtsmedusen knospen. Bei Störungen kann die Staatsqualle den ganzen Stamm mit den Personengruppen in eine von der Schwimmglocke gebildete Höhlung zurückziehen.

Bei manchen Arten entwickelt die Knospungszone mehrere Schwimmglocken; eine davon wird in regelmäßigen Abständen abgestoßen, so daß immer nur zwei betriebsfähige Glocken vorhanden sind. Andere Arten besitzen mehrere Schwimmglocken, die dann meist in zwei Reihen angeordnet sind. Diese Staatsqualen werden zur Gruppe der CALYCOPHOREN (Calycophorae) zusammengefaßt. Die zweite Gruppe weist als bezeichnendes Merkmal oberhalb der Schwimmglocken eine gasgefüllte Blase (Pneumatophor) auf; sie wird als PHYSOPHOREN (Physophorae) bezeichnet. Auf komplizierte Weise bildet sich eine »Gasflasche«, die durch eine besondere Gasdrüse gefüllt wird.

Die geschlechtliche Fortpflanzung gleicht in wesentlichen Zügen der, die wir schon bei den Athekaten — Anthomedusen (s. S. 187) kennengelernt haben. Oft werden die erzeugten Geschlechtsmedusen frei; manchmal sind sie jedoch vereinfacht und sitzen fest. Bei anderen Arten wiederum löst sich die älteste Personengruppe als Ganzes ab und schwimmt als Eudoxie davon; das stark verdickte Deckstück und die älteste große Geschlechtsmeduse übernehmen die Schwimmfunktion. Sind deren Geschlechtszellen reif, so lösen sie sich ab, und die nächstfolgende, noch unreife Meduse übernimmt deren Aufgabe.

Staatsqualen kommen nur in Meeren vor; sie sind ausdauernde Schwimmer, die sich meist in Tiefen von null bis zweihundert Meter aufhalten. Durch Versuche mit »zerpflückten« Staatsqualen hat man festgestellt, daß einige Körperabschnitte, so die Gasflasche, die Schwimmglocken und die Deck-



Eudoxie von *Abylopsis*.

stücke, ein geringeres spezifisches Gewicht als Meerwasser haben und durch ihren Auftrieb den Abtrieb der anderen Stücke ausgleichen. Größere Staatsquallen vermögen also waagerecht im Wasser zu schweben, und die von den Schwimmglocken geleistete Arbeit kann restlos der Fortbewegung zugute kommen.

Die Unterordnung der SIPHONANTHEN wird anhand ihrer Schwimmeinrichtungen in verschiedene Gruppen unterteilt. Zu den bekanntesten Staatsquallen mit einer Gasblase gehört die weltweit verbreitete Seeblase oder Portugiesische Galeere (*Physalia physalis*; Abb. S. 198 u. 271). Der Gründungs-
polyp ist zu einem gewaltigen Gebilde von fast dreißig Zentimeter Länge herangewachsen. Dieser waagerecht im Wasser liegende Stamm trägt auf seiner Unterseite zwei Reihen von Personengruppen, die ihrerseits Personengruppen zweiter und dritter Ordnung tragen. Jede Personengruppe wird von einem Nährpolypen, mehreren Geschlechtsträgern und Fangfäden gebildet, so daß ein dichtes, fast bartähnliches Gewirr entsteht. Den ganzen »Staat« hält eine riesige Gasflasche an der Wasseroberfläche. Die Blase hat eine unregelmäßige ovale Form von rund zwanzig bis dreißig Zentimeter Länge und zehn Zentimeter Breite; die beiden Pole sind zipfelförmig ausgezogen, und oben verläuft in Längsrichtung eine Art Kamm, so daß das Gebilde einem Segel vergleichbar ist. Das von einer Drüse erzeugte Gas enthält vorwiegend Stickstoff, zehn bis fünfzehn vom Hundert Sauerstoff und erstaunlicherweise bis 1,18 v. H. Argon. Dieses in der Natur vorkommende Edelgas wird unerklärlicherweise gewaltig angereichert. Da der Seeblase sowohl Deckstücke als auch eine Schwimmglocke fehlen, kann sie sich nur »segelnderweise« fortbewegen.

Seeblase oder
Portugiesische Galeere

Oft treiben Tausende von Seeblasen im Wind und gleichen einer davonziehenden Armada, zumal die Portugiesische Galeere auch noch bewaffnet ist. Ihre Fangfäden können sich bis auf eine Länge von fünfzig Meter ausstrecken, und die vielen Nesselkapseln haben eine äußerst starke Giftwirkung. Es ist nicht ungefährlich, eine treibende oder gestrandete Portugiesische Galeere anzufassen; stundenlanges Brennen, Schmerzen und Herzbeschwerden können die Folge sein. Die beim Treiben gefangene Beute hißt die Seeblase mit Hilfe der sich zusammenziehenden Fangfäden empor und bringt sie zum Mund des Nährpolypen. Recht häufig schwimmen bis acht Zentimeter lange Fischchen (*Nomeus gronovei*; s. Band V, S. 212) zwischen den Fangfäden umher und reißen — wie Magenuntersuchungen gezeigt haben — ganze Büschel von Personengruppen heraus. Gegen das Gift der Fangfäden ist der Fisch jedoch nicht gefeit, denn manchmal wird er von ihnen gelähmt und als Beute angenommen.

Obwohl unter den Physophoren nur die Seeblase eine echte Schwarmbildung zeigt, kann es auch bei anderen Arten — allerdings sehr selten — zu Massenansammlungen kommen. Eines meiner eindrucksvollsten Erlebnisse war der Anblick Hunderter von Staatsquallen der Art *Forskalia contorta*, die in der Bucht von Villefranche-sur-Mer gemächlich knapp unter dem Meeresspiegel dahinzogen. Diese prächtigen Kolonien können bis gut einen Meter lang werden. Unterhalb der kleinen Gasblase sitzen viele Schwimmglocken, die in mehreren Reihen rings um den Stamm angeordnet sind. Sie zie-

hen sich gleichzeitig oder bei Richtungswechsel auch unabhängig voneinander zusammen und können die Staatsqualle verhältnismäßig rasch und in allen Richtungen fortbewegen. Die einzelnen Personengruppen (Cormidien) werden durch ein großes Deckblatt geschützt. Das ganze Wesen ist zart rosa getönt. Nur sehr selten gelingt es, diese äußerst zerbrechlichen Kolonien unbeschädigt zu fangen und im Aquarium zu beobachten. Die meisten Vertreter der FORSKALIDEN (Familie Forskalidae), zu denen die oben geschilderte Art gehört, leben in wärmeren Meeren. Atlantikformen werden gelegentlich durch den Golfstrom verfrachtet und können dann auch in der Nordsee gefunden werden, so zum Beispiel *Physophora hydrostatica* (Abb. S. 271) und *Agalma elegans*, die in ihrem Aufbau *Forskalia* gleichen. Diese oft mehrere Dezimeter langen Staatsquallen sehen wie zart gefärbte Blumengirlanden aus.

Auch unter den Calyophoren (s. S. 193) finden sich äußerst schöne Formen. Der Forscher Chun gab einer Art, die im Gebiet der Kanarischen Inseln vorkommt, den Namen *Stephanophyes superba*; seiner Äußerung nach zählt sie »zu den glanzvollsten Erscheinungen unter den duftigen pelagischen Organismen«. An der Spitze des gut fünfundzwanzig Zentimeter langen Wesens stehen als waagerechter Kranz angeordnet drei bis vier Glocken von vier Zentimeter Länge, über dem Kranz befindet sich eine winzige Ersatzglocke. Die Deckstücke stoßen aneinander und bedecken die ganze Achse; jede Personengruppe besitzt eine unfruchtbare Schwimmglocke. Die Fangfäden tragen Nesselköpfe von verschiedenem Aussehen, die gespickt sind mit Nesselkapseln aller Größen und Ausbildungsformen (je Kopf über fünfzehnhundert Kapseln). Als Großgeschwebe (Makroplankton) tritt im Mittelmeer sehr häufig *Hippopodius hippopus* auf. Die nur wenige Zentimeter große Staatsqualle besitzt sechs bis sieben ineinander verschachtelte, in zwei Reihen angeordnete Schwimmglocken. In Ruhe schwebt die Kolonie senkrecht im Wasser; schwimmen kann sie sowohl in senkrechter als auch in waagerechter Lage. Erstaunlich ist, daß nur die zwei untersten, ältesten Glocken an der Ortsbewegung beteiligt sind.

Bescheidener im Aussehen sind die DIPHYIDEN (Familie Diphyidae). Sie besitzen nur zwei scharfkantige Glocken, die parallel hintereinander angeordnet sind; die beim Schwimmen ausgestoßenen Wasserstrahlen haben deshalb die gleiche Richtung. Dies führt zusammen mit der torpedoartigen Form der Glocken zu sehr schneller Fortbewegung; man kann bei manchen Arten sogar von einem »Umherschießen« sprechen. Ein schönes Beispiel ist *Chelophyes appendiculata* (L 15 mm; Abb. S. 271) aus dem Mittelmeer. Der Stamm der Kolonie entspringt an der Verbindungsstelle der beiden Glocken. Häufig trifft man auch auf die einglockige Art *Muggiaea kochii* (L 5 mm), ebenfalls aus dem Mittelmeer, wo sie oft massenweise im Gewebe auftritt und auch mit bloßem Auge sichtbar ist. Bei *Muggiaea* macht sich die älteste Personengruppe als »Eudoxie« (s. S. 193) selbständig.

Segelquallen

Bei einer Ausfahrt im Mittelmeer entdeckte ich plötzlich auf den spiegelglatten Fluten Reihen von kleinen dreieckigen »Segeln« aus dem Wasser ragen: Tausende von Segelquallen (*Velella spirans*; Abb. S. 271, vgl. Abb. S. 198), die — von einer Strömung getragen — vorbeiglitten. Eigenartig ist der Bau dieser höchstentwickelten Staatsquallen aus der Unterordnung der Dis-

KONANTHEN (Disconanthae). Der Stammpolyp des Stockes wird zur riesigen, zentral gelegenen »Nährperson« (Trophozoid), einem einzigen, in Längsrichtung der ovalen Qualle ausgezogenen Magenschlauch. Mehrere Reihen von Geschlechtspolypen (Blastostyle) umgeben ihn und sind ihrerseits von mehreren Kränzen von Tentakeln eingerahmt. Diese blaufärbten Personen sind an einer dicken Zentralscheibe aufgehängt, die von zahlreichen Innenhautkanälen und Luftröhren durchzogen wird. Den obersten Teil schließlich bildet eine durchsichtige Schwimmscheibe aus chitinähnlichem Material. Ein Schnitt zeigt, daß es sich um konzentrische luftgefüllte Röhren handelt. Die Lufträume stehen einerseits durch feine Poren mit der Atmosphäre und andererseits miteinander in Verbindung. Nach unten führen weit in den Körper reich verzweigte Kanäle, die bis in die Nährperson und die Geschlechtspersonen vordringen können. Da sie diese Gewebe mit atmosphärischem Sauerstoff versorgen, nennt man sie sogar wie die Atmungsorgane verschiedener Gliedertiere Tracheen — etwas Ungewohntes bei Hohltieren. Der obere luftgefüllte Teil der Segelquallen glänzt infolge völliger Rückstrahlung silbrig; das typische dreieckige Segel entsteht durch Ausfaltung der oberen Körperdecke.

Die Segelqualle besteht daher nur aus einer großen mittleren Nährperson und aus Geschlechtspersonen, die ihr in mehreren Reihen entsprossen sind. Verglichen mit einem Köpfchenpolypen (s. S. 188), schwimmt sie also stieloben auf dem Wasser, doch sie trägt anstelle des Stieles das Segel und anstelle der chitinigen Fußplatte das eingestülpte ebenfalls chitinige Atmungskanalsystem. Es handelt sich daher nicht um eine Person, sondern lediglich um ein in das Innere eingestülptes Scheitelorgan der Nährperson. Die sie umgebenden Geschlechtspersonen (Blastostyle) erzeugen männliche und weibliche Medusen in großer Zahl. Sie gleichen den Medusen (Anthomedusen) der Athekaten (s. S. 187) — ein bemerkenswerter Hinweis auf die stammesgeschichtliche Herkunft unserer Segelqualle und ihrer Verwandten. Die kleinen Medusen männlichen und weiblichen Geschlechts sinken bis in Tiefen von tausend Meter hinab; dort geben sie ihr einziges Ei oder den Samen, die beide wie bei den Anthomedusen am Mundrohr entstanden sind, ab. Der nach der Befruchtung entstehende Keim gelangt sodann langsam zur Oberfläche, wobei der Auftrieb durch im inneren Keimblatt gebildete Fetttropfen erzeugt wird.

Durch komplizierte Umwandlungen entsteht dann die erwachsene Segelqualle etwa innerhalb von sechs Wochen — so im Mittelmeer — aus der Larve. Dank der riesigen Menge der von einer einzigen Segelqualle erzeugten Hydromedusen entstehen wiederum gewaltige Scharen neuer Segelquallen, obwohl jede weibliche Meduse nur ein einziges Ei trägt. Die Vermehrung beruht hier also allein auf der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, während die geschlechtliche mit einem Nachkommen je Weibchen eine Verminderung darstellt. Im Mittelmeer hat man nach langen, landwärts gerichteten Windperioden schon Spülsäume dieser Quallen von je fünfzig Zentimeter Höhe und Breite und über einen Kilometer Länge gefunden. Im Atlantik sichtete ein Expeditionsschiff einen Schwarm Segelquallen von über 260 Kilometer Länge.

Die Knollenqualle
Cotylorhiza tuberculata
(s. S. 219), im Mittelmeer
oft in Schwärmen, meist
von Jungfischen begleitet.

Obere Reihe von links
nach rechts:

Hydra (s. S. 187) mit drei
Tochterpolypen.

Die festsitzende Becher-
qualle *Craterolophus*
tethys (s. S. 213).

Cassiopeia andromeda (s. S.
219), eine Wurzelmund-
qualle. Auf dem Schirm lie-
gend, erhebt sie ihre Mund-
arme und fängt Plankton.

Mittlere Reihe von links
nach rechts:

Feuerkorallen (*Millepora*,
s. S. 189) erzeugen ein
hartes, den Steinkorallen
ähnliches Kalkskelett.

Olindias phosphorica, eine
Limnomeduse mit vielen
Fangarmen und langem
Mundrohr.

Untere Reihe:

Teil einer *Sertularella*-
Kolonie (links). Zwischen
kleinen Polypen große,
prall gefüllte Geschlechts-
knospen.

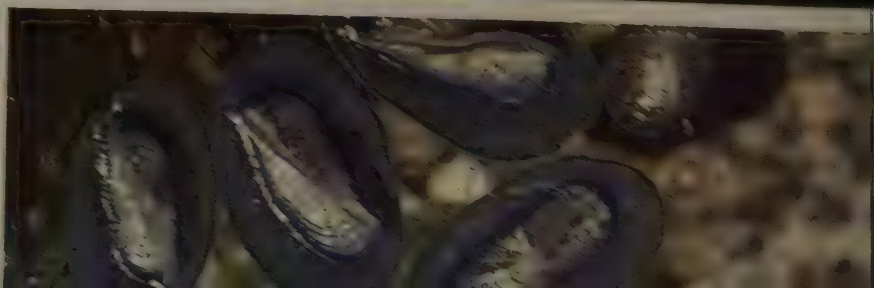
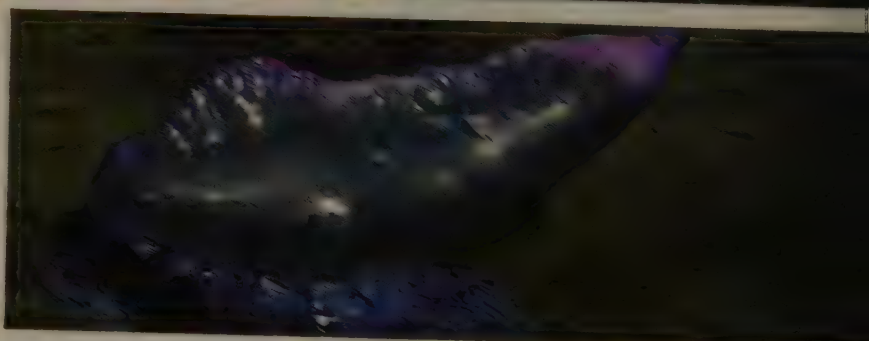
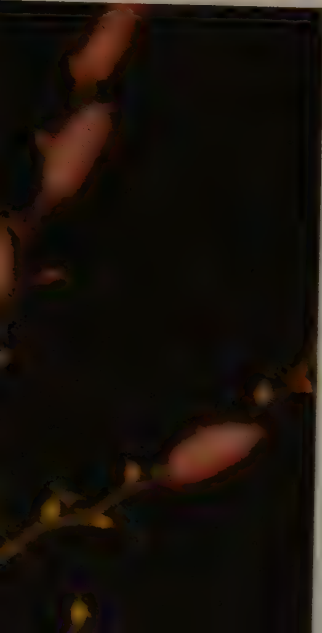
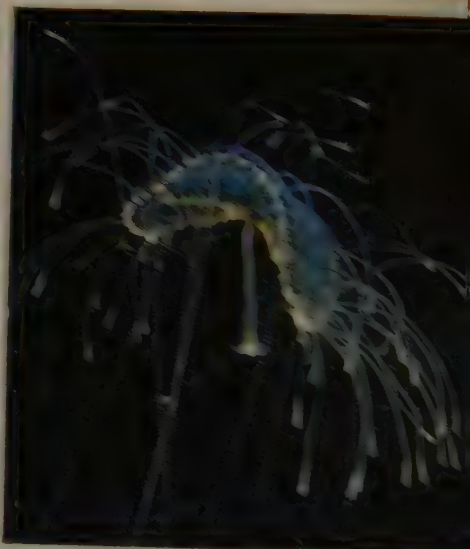
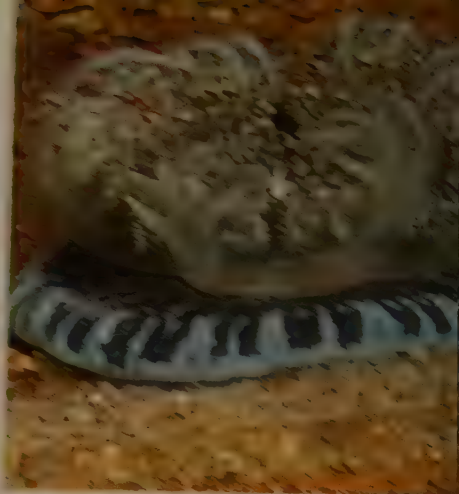
Seebalse (*Physalia physalis*,
rechts oben, s. S. 194,
Abb. S. 271). Durch gas-
gefüllten Schwimmkörper

auf dem Wasser liegend,
segelt sie mit aufgestell-
tem Längskamm dahin.

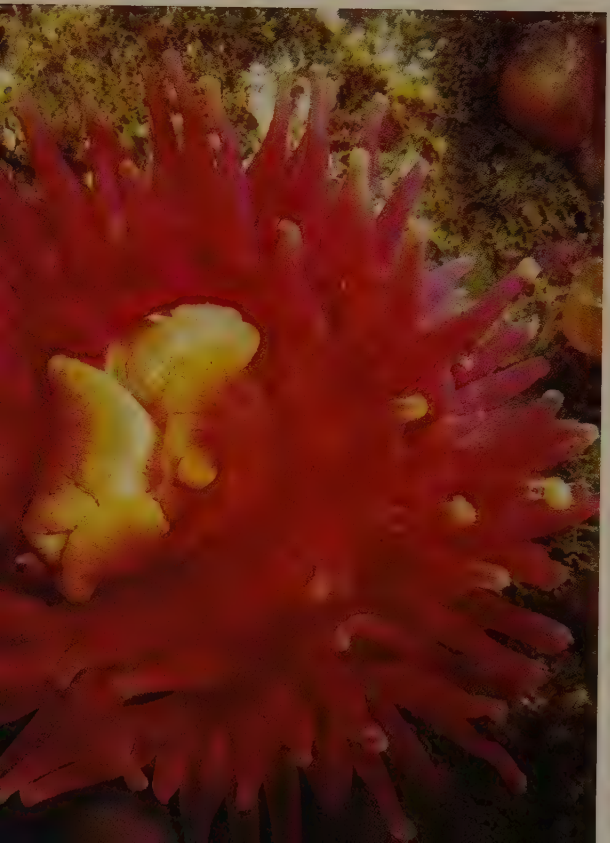
Schwärme der Segelqualle
(*Velella velella*, rechts
unten, s. S. 195) sind im
Atlantik und Mittelmeer
nicht selten. Blauviolette
Färbung: Kennzeichen für
planktische Hochseetiere.

Seenelke (*Metridium*
senile, s. S. 226, Abb.
S. 271). Über tausend
Fangarme verleihen ihr ein
blumenhaftes Aussehen.

















◁
Oben (v. links n. rechts):
Kolonie der Grauen
Krustenanemone *Epizoanthus arenaceus* (s. S. 236).
Krustenanemonen über-
wuchern das Skelett einer
Hornkoralle.

Beide Bilder unten:
Die Gelbe Krustenanemone (*Parazoanthus axinellae*; s. S. 236) siedelt
oft in dichten Scharen, in
Gesellschaft von Schwämmen,
an schattigen Fels-
wänden und in Höhlen.
Ihre Färbung variiert von
hell messinggelb (links) bis
orangegelb (rechts).

◁◁
Zylinderröse (*Cerianthus membranaceus*; s. S. 235,
Abb. S. 271) in einer
Caulerpa-Wiese (Alge).

◁◁◁
Links (v. ob. nach unt.):
Einsiedlerrosen (*Calliactis parasitica*; s. S. 223) auf
dem Schneckenhaus des
Einsiedlerkrebses (*Eupagurus bernhardus*), mit
ihm in Symbiose lebend.
Nahaufnahme der dicht
mit Nesselbatterien be-
setzten Fangarme einer
Aktinie.

Rechts (v. ob. nach unt.):
Sonnenrose (*Cereus pedunculatus*; s. S. 226).
Saugwarzen — als weiße
Flecken erkennbar — halten
Fremdkörper, etwa Sand-
körnchen, fest.
Tropische Riesenanemone
mit Clownfischen.

◁◁◁◁
Edelsteinrose (*Bunodactis verrucosa*; s. S. 225,
Abb. S. 271).

◁◁◁◁◁
Dickhörnige Seerose oder
Seedahlie (*Tealia felina*;
s. S. 223). Die vier Fotos
vermitteln einen Eindruck
von ihren Farb- und
Zeichnungsvariationen.

Über die Ernährung der Segelqualen ist man nur sehr dürftig unterrichtet; eine Nahrungsaufnahme hat man bei dieser Hochseeform noch nie beobachtet. Wohl fand man gelegentlich halbverdaute Ruderfußkrebse; sogar die am Mund mit Nesselzellen versehenen Geschlechtspersonen können solche Kleinkrebse enthalten, was darauf schließen läßt, daß möglicherweise diese Fortpflanzungspersonen ebenfalls an der Nahrungsaufnahme beteiligt sind. Bemerkenswert ist, daß die Segelqualle keinerlei selbsttätige Schwimmbewegungen zeigt; sie läßt sich also von Wind und Wasserströmungen treiben. Dabei stellt sich das Segel der Qualle in einem Winkel von rund vierzig Grad zur Windrichtung ein. So elegant die Tiere segeln können, so unbeholfen sind sie in ihrem eigentlichen Lebensmedium, dem Wasser. Sobald sich bei der Verwandlung die Luftkammern gebildet haben, ist es ihnen unmöglich, unter Wasser zu tauchen; einmal umgekippte Segelqualen können sich nicht mehr aufrichten und verenden.

Neben der Segelqualle findet man ebenfalls in großen Schwärmen die runde *Porpita porpita*. Ihre Schwimmscheibe mit einem Durchmesser von rund fünf Zentimeter besteht aus bis zu hundert konzentrischen Kammern; sie ist flach und trägt kein Segel, die Tentakel sind keulenförmig. Auch sie ist im Mittelmeer, im Atlantik und im Indischen Ozean weit verbreitet. Den Quallenschwärmen folgen verschiedenste Nutznießer. Zwei Schneckenarten, die zu den Vorderkiemenschnecken gehörende Floß- oder Veilchenschnecke (*Janthina nitens*; s. Band III, S. 78) und die Hinterkiemenschnecke (*Fiona pinnata*; s. Band III, S. 134), nähren sich ausschließlich von der Segelqualle und sind regelmäßig in diesen Schwärmen anzutreffen. Auch der sonderbare Mondfisch (*Mola mola*; s. Band V, S. 264), den man oft an der Wasseroberfläche dösend antrifft, soll sich ausschließlich von Hohltieren, insbesondere von Segelqualen, ernähren. Da er mit Quallenschwärmen zusammen gelegentlich weit nördlich von seiner normalen Verbreitungsgrenze angetroffen wird, könnte diese Vermutung stimmen. Bis heute sind etwa zehn Arten von Diskonanthen bekannt; die größte hat einen Durchmesser von etwa acht Zentimeter.

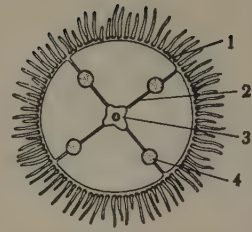
Die THEKAPHOREN und LEPTOMEDUSEN (Ordnung Thecaphora-Leptomedusae) haben stets eine becherförmige Hülle (Theka), in die sich das Polypenköpfchen zurückziehen kann. Ihre Tentakel stehen stets nur in einem Wirtel um die Mundöffnung. Die Stöckchen wachsen mehrachsrig nach dem »sympodialen Typus« (s. S. 181). Niemals entwickeln sich die Medusen frei an den Nährpolypen, sondern stets an Geschlechtspersonen, die als umgewandelte Polypen anzusehen sind. Sie werden ebenfalls von einer Peridermhülle (Gonothek) umhüllt. Wie bei den Athekaten treten auch hier neben vollständig ausgebildeten, frei schwimmenden Medusen solche verschiedenster Grade der Vereinfachung (Medusoide, Sporosacs; s. S. 181 f.) auf. Meist haben die frei werdenden Medusen einen flachen, höchstens halbkugelig gewölbten Schirm. Die Geschlechtszellen werden an den Radiärkanälen gebildet; die Keimdrüsen fallen oft durch ihre bunte Färbung auf. Am Velum (s. S. 180) sind in der Mehrzahl der Fälle Gleichgewichtsorgane (Statocysten) ausgebildet.

Wohl die bekanntesten Vertreter dieser Unterordnung gehören der Gat-

tung *Laomedea* (früher *Obelia*) an. Die wurzelförmigen Ausläufer (Stolonen) überziehen die verschiedensten Gegenstände, zum Beispiel Tange, Steine, Bojen und Treibgut. Aus diesem Netz von Stolonen erheben sich kleine Stöckchen, die je nach Art ein bis vier Zentimeter hoch werden. Sie fallen durch ihren zickzackförmigen Wuchs auf; jeweils an den Knickpunkten sitzt ein den Polypen bergender Kelch. Die Geschlechtsbehälter (Gonotheken) sind urnenförmig und sprossen in den Achseln der Stöckchen; von Zeit zu Zeit bilden sie kleine Medusen, die einst als *Obelia* beschrieben wurden, da man die Polypengeneration noch nicht kannte. Oft werden diese flachen Scheibchen, die einen Durchmesser um vier Millimeter haben, im Plankton gefunden; ihre ruckartigen Bewegungen sind unverkennbar. Ihr Velum (s. S. 180) ist vollständig zurückgebildet; am Schirmrand sitzen sechzehn bis hundert kurze kräftige Tentakel. Vier Radiärkanäle ziehen vom zentralen Magenraum zum Schirmrand, wo sie durch einen Ringkanal miteinander in Verbindung stehen. Die Keimdrüsen sind als deutliche Verdickungen an diesen Kanälen sichtbar. Infolge ihrer Häufigkeit und ihres klaren Aufbaues werden die Medusen gern als Untersuchungsgegenstand benutzt, obwohl man sie bis heute nicht eindeutig den Polypenkolonien zuordnen konnte.

Ebenfalls gut bekannt sind die unter dem Namen »Seemoos« in den Handel kommenden getrockneten Polypenstöckchen, die gefärbt zu Kunstblumen, Girlanden und Kränzen verarbeitet werden. Es handelt sich vor allem um die Kolonien des ZYPRESSENMOOSES (*Sertularia cupressina*; vgl. Abb. S. 198) und des KORALLENMOOSES (*Hydrallmania falcata*), die eine Höhe von zwanzig bis dreißig, gelegentlich von siebzig Zentimeter erreichen. Die Kolonien wachsen meist auf Steinen oder auf Muschelschalen. Besonders in den deutschen Wattenmeeren haben sich in Tiefen von ein bis vierzehn Meter richtige Seemoosbänke gebildet. Weitere ausgedehnte Bestände finden sich an der holländischen, englischen und ostamerikanischen Küste. Die Seemoose treten oft in solchen Mengen auf, daß Ende des vergangenen Jahrhunderts sogar der Vorschlag zur Gewinnung eines Zypressenmoos-Düngers gemacht wurde. Seit Jahrzehnten werden diese Hydropolypen durch besonders ausgestattete Fischerboote gesammelt. Vor allem deutsche Unternehmer haben sich auf diesen Fang eingerichtet und holen jährlich einige Tonnen Seemoos an die Oberfläche; 1958 waren es beispielsweise 48 818 Kilogramm im Werte von über 300 000 DM. Damit das Seemoos nicht ausgerottet wird, mußten schon im Jahre 1911 Schonzeiten angeordnet werden. Die Stöckchen wachsen jährlich bis fünfundzwanzig Zentimeter in die Höhe und erreichen ein Alter von rund drei Jahren. Die Hüllen (Hydrotheken) der Polypen können nach dem Zurückziehen des Köpfchens durch einen zweiklappigen Mechanismus geschlossen werden. Freie Medusen werden nicht mehr gebildet. Geschlechtspolypen beziehungsweise Geschlechtsbehälter bilden sogenannte Gonangien; sie entlassen vollentwickelte Planularlarven.

Wie zartgebaute Federn sehen die nur in einer Ebene verzweigten Kolonien der PLUMULARIDEN (Familie Plumularidae) aus. Die Hüllen (Theken) der Polypen sind recht kurz und liegen auf einer Seite zudem der Peridermhülle eng an. Auf kurzen Stockzweigen stehen die Gonangien (s. oben) und werden von deren Seitenästchen spangenartig eingehüllt; diese Bildungen

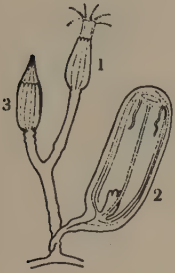


Meduse von *Obelia* (Anthomeduse, schematisiert):
1 Ringkanal, 2 Radiärkanäle, 3 Magenraum, 4 Gonaden.

Seemoos



Litocarpia myriophyllum:
1 Gonangium (s. S. 206).



Thekater Polyp mit Blastozoid (*Campanulina*, schematisiert): 1 Polyp ausgestreckt, 2 Blastozoid mit Meduse, 3 Polyp eingezogen, Theka geschlossen.

Ordnung Trachymedusen

nennt man Corbulae. Fischer bringen gelegentlich aus größeren Tiefen zwischen dreißig und hundert Meter die einer braunen Straußenfeder gleichende *Litocarpia myriophyllum* herauf. Die Kolonien sind von derbem Wuchs und können bis hundertfünfzig Zentimeter lang werden. Oft haben sich Muscheln (*Avicula hirundo*) und Entenmuscheln (*Scalpellum scalpellum*) auf dem Stock festgesetzt. Häufiger sind die kleineren Formen wie *Aglaophenia pluma*, die auf freistehenden Felsen in ein bis zwei Meter Tiefe oft ganze Rasen bilden.

Die Familie der CAMPANULINIDEN (Campanulinidae) zeichnet sich ebenfalls durch den Besitz von gedeckelten Theken aus. *Campanulina* bildet kleine Kolonien mit kaum einen Zentimeter hohen Polypen; eine der schwierig abzugrenzenden Arten erzeugt die größte Leptomeduse, *Aequorea forskalea*, die im Mittel zwanzig Zentimeter, in Ausnahmefällen sogar vierzig Zentimeter Durchmesser erreichen kann. Fünfzig bis dreihundert Radiärkanäle führen unverzweigt vom Magen bis zum Schirmrand, wo Randtentakel in annähernd gleicher Zahl vorhanden sind. Die Tentakellänge kann sehr stark variieren und das Dreifache des Medusendurchmessers erreichen. Der Mundstiel ist kurz, doch weit geöffnet. Die Keimdrüsen verteilen sich fast auf die ganze Länge der Radiärkanäle und sind sehr bunt, milchweiß bis rosa, rot, violett oder sogar braun gefärbt. Kaum eine andere Meduse zeigt eine solche Vielfalt der Keimdrüsenfärbung wie die im Atlantik und im Mittelmeer heimische *Aequorea*. Noch kleiner als *Campanulina* sind die Polypen von *Cuspidella*, die knapp einen Millimeter hoch werden. Sie bilden kriechende Kolonien, die oft auf anderen Hydroidpolypen leben; ihrer Kleinheit wegen werden sie jedoch vielfach übersehen. Häufig findet man im Plankton die zugehörige Meduse *Laodicea undulata*. Ihr halbkugeliges Schirm hat einen Durchmesser bis 25 Millimeter; als breite Bänder sitzen an den Radiärkanälen die gelblich bis rosa getönten Keimdrüsen. Neben zahlreichen kurzen Randtentakeln, die meist korkenzieherartig aufgerollt sind, gibt es auch keulenförmige Tentakel. Die rund drei Millimeter hohen Polypen von *Campanopsis* besitzen keine Theka mehr. Sehr auffällig ist die zugehörige Meduse *Octorchis gegenbauri*; ihr Mundrohr ist schlauchartig verlängert und besitzt an seinem freien Ende, also um die Mundöffnung, lippenartige Gebilde. Dadurch wird der Eindruck eines Glockenschwengels noch verstärkt. Die Keimdrüsen sind bei dieser Meduse nicht nur an den Radiärkanälen, sondern auch am Magenstiel ausgebildet.

Die Ordnung der TRACHYMEDUSEN (Trachymedusae) wird zuweilen mit der Ordnung der NARKOMEDUSEN (Narcomedusae) zusammengefaßt, da beide kein bodenbewohnendes Polypenstadium mehr besitzen. Die Medusen beider Ordnungen trifft man vor allem in der Hochsee an, wo sie sich meist unmittelbar aus schwimmenden Actinularven entwickeln. Einzelne Formen sind nachträglich wieder zu Bodentieren geworden. Die Angehörigen beider Ordnungen unterscheiden sich durch die Lage der Keimdrüsen, die Ausbildung von Radiärkanälen und die Form des Schirmrandes.

Der Schirmdurchmesser der Trachymedusen liegt zwischen einem Millimeter und rund zehn Zentimeter; im Gegensatz zu den Narkomedusen ist der Schirmrand glatt und das Velum gut entwickelt; es hängt saumartig

unter der Glocke hervor. Die Tentakel besitzen keinen Hohlraum und sind deshalb ziemlich steif. Vom Magenraum führen viele Radiärkanäle zum Schirmrand, wo sie durch ein Ringgefäß verbunden sind. Von den fünfzig Arten kommen einige auch in europäischen Meeren vor. *Rhopalonema velatum* ist im Mittelmeer und den tropischen Ozeanen heimisch, wo sie vor allem nahe der Oberfläche treibt. Bei knapp fünfzehn Millimeter Schirmdurchmesser besitzt sie acht lange und dazwischen acht bis vierundzwanzig kurze Tentakel. Die Organe des Gleichgewichts (Statozysten) hängen frei am Schirmrand. Da die Meduse glasklar und farblos ist, wird sie oft übersehen. Als typische Kaltwasserform ist *Aglantha digitalis* anzusehen, die den Nordatlantik bewohnt. Ihr Schirm ist fingerhutförmig, der Magenstiel lang ausgezogen und hängt klöppelartig darunter hervor. Lange rüsselartige Magenstiele weisen *Liriope tetraphylla* und die RÜSSELQUALLE (*Geryonia proboscidalis*; Abb. S. 184) auf, die beide hier und da im Mittelmeer gefunden werden; ihre Hauptverbreitung haben sie jedoch in warmen Ozeanen. Sehr stark verkürzte Magenstiele zeigen Trachymedusen, die in größeren Tiefen leben, so etwa *Pantachogon rubrum* (bis achtzehnhundert Meter) und *Haliscera papillosum* (bis viertausend Meter).

Das wichtigste Merkmal der NARKOMEDUSEN (Ordnung Narcomedusae) ist das Fehlen der Radiärkanäle; als Ausgleich sind die Magentaschen sehr breit und reichen oft bis gegen den Schirmrand. Aus diesem Grund haben die Keimdrüsen ihren Platz wechseln müssen; sie sitzen nun unmittelbar über dem Magen und nicht mehr an den Radiärkanälen. Außerdem sprossen die Tentakel nicht direkt am Glockenrand, sondern etwas davon entfernt auf der Schirmaußenseite (Exumbrella). Da die Ansatzstelle durch eine Kerbe mit dem Schirmrand verbunden ist, wird er deutlich gelappt. Im Normalfall entwickeln sich die Narkomedusen aus Eiern über die Actinularlarve wieder zur Meduse.

Ordnung
Narkomedusen

Von den 64 Arten sind manche jedoch als Larven Schmarotzer; aus der Actinularlarve entwickelt sich nicht unmittelbar eine Meduse, sondern am Scheitelpol entstehen mehrere Medusenknospen. Meist nehmen die Tiere die während dieser Zeit benötigte Nahrung schmarotzend auf. Die Larve von *Pegantha* bleibt in den Magentaschen des Muttertieres, was man als erweiterte Brutpflege betrachten kann. Interessant ist die wimperlose Planula von *Polypodium*, die in den Eiern (Oocyten) des Sterlets (*Acipenser ruthenus*; s. Band IV, S. 142) lebt; sie ernährt sich in den Monaten Juni bis September von deren Dottermasse und wächst dabei zu einem Stolon mit über dreißig Knospen heran. Im darauffolgenden Frühjahr wachsen die Tentakel, und beim Laichakt des Fisches gelangt der ganze Stock ins Freie. Die Knospen lösen sich voneinander und werden zu geschlechtsreifen Medusen. Wie die Planula in den Eierstock des Sterlets gelangt, ist bis heute nicht geklärt. Die Larve von *Cunina octonaria* klammert sich mit ihren vier Tentakeln an das Mundrohr von *Turritopsis*, einer anderen Hydromeduse, an und schiebt ihr eigenes, sehr langes Mundrohr in das ihres Wirtes ein. Hierbei bildet sie einige Medusenknospen, und nach deren Ablösung entwickelt sie sich selbst zur geschlechtsreifen Qualle. Im Mittelmeerplankton findet man recht häufig die festen Schirme von *Solmissus albescens* (Abb. S. 184). Die bis drei

Zentimeter Durchmesser aufweisenden Medusen vermehren sich im Gegensatz zu den anderen Narkomedusen nicht ungeschlechtlich. Gelegentlich findet man im Mittelmeer auch die durch ihre beiden steil nach oben gerichteten Tentakel gekennzeichnete *Solmündella bitentaculata* (Abb. S. 184).

Klasse Echte Quallen



Scyphomeduse (schematisiert): 1 zellhaltige Gallerte, 2 Lappen, 3 Mundstiel, 4 Keimdrüsen.

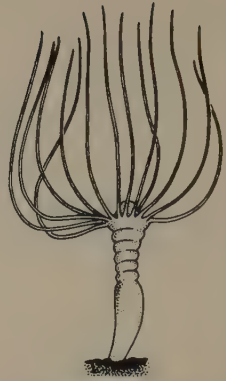
Oft findet man an der Küste Hunderte von größeren gestrandeten Quallen, oder man sieht draußen auf hoher See »Gallertschirme« von beachtlicher Größe vorbeiziehen. Fast ausnahmslos handelt es sich dabei um Vertreter der ECHTEN QUALLEN oder SCHEIBENQUALLEN (Klasse Scyphozoa). Gegenüber den Hydromedusen zeigen sie folgende wesentlichen Unterschiede: Abgesehen von den fast durchwegs größeren Körpermaßen, fehlt den Scheibenquallen ein Velum. Die Gallertmasse des Schirmes ist zellhaltig. Der Schirmrand gliedert sich durch acht Einkerbungen deutlich in acht Lappen, die ihrerseits Einkerbungen zweiter Ordnung zeigen. Dort finden sich Sinneskörper mit Riechgruben, Gleichgewichtsorganen (Statozysten) und einfache Lichtsinnesorgane (Augenflecken, Ocellen). Zahlreiche sehr elastische Fangfäden hängen vom Schirmrand herab. Der Schirm kann flach scheibenförmig oder hochgewölbt glockenförmig sein. Die zwischen Außenhaut und Innenhaut gebildete Gallertmasse ist zellhaltig und kann eine beachtliche Dicke erreichen, so zum Beispiel bei der Lungenqualle (Gattung *Rhizostoma*). Die Zellen stammen aus der Außenhaut und bilden gleichsam eine dritte Körperschicht (Mesogloea), die allerdings nicht mit dem mittleren Keimblatt (Mesoderm der Zweiseitentiere) verglichen werden kann. Dank der Zelleinlagerung erhält die Gallerte eine fast knorpelähnliche Beschaffenheit; dadurch widersteht der Quallenkörper eher den mechanischen Beanspruchungen. Trotzdem haben auch diese Hohltiere einen Wassergehalt von rund 94 v. H.

Der Mund der Scheibenquallen ist kreuzförmig, seine Ränder sind lang ausgezogen, oft mehrfach unterteilt, zerfranst oder gekräuselt; daher werden diese Fortsätze auch Mundarme oder Magenstiel genannt. Mit den Tentakeln, zum Teil auch mit den Mundarmen, fangen die Quallen ihre Beute — kleine Schwebewesen, unter Umständen aber auch kleinere bis größere Fische. Vier Scheidewände (Gastralsepten) unterteilen den ziemlich großen Magenraum in vier Taschen; den Septen entspringen die büscheligen »Gastralfilamente«, deren Drüsen die Verdauungsfermente absondern. Vom Magen aus führen Taschen und Kanäle bis zum Schirmrand; sie können im Gegensatz zu denen der Hydromedusen stark verzweigt sein. Die meisten Scheibenquallen sind getrenntgeschlechtlich, also männlich oder weiblich. Ihre Keimdrüsen werden als sackartige Ausstülpungen der Mageninnenwand gebildet und entstammen daher dem inneren Keimblatt. Meist kräftig gefärbt und bandartig vielfach gefältelt schimmern sie durch die Schirmgallerte. Die Geschlechtszellen (Eier und Samen) werden durch den Mund ausgestoßen und finden sich außerhalb des Quallenkörpers. Aus der befruchteten Eizelle entsteht eine frei schwimmende Planularlarve, die bis zu zehn Tagen planktonisch lebt und sich dann auf einer Unterlage festsetzt. Daraus wächst der ziemlich kleine Polyp der Scheibenquallen (Scyphopolyp) heran, der äußerlich einem Süßwasserpolygonen gleicht.

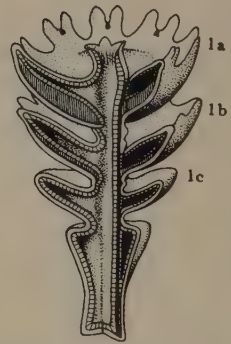
Da die Scyphopolyphen sehr unscheinbar sind, werden sie oft übersehen, und man findet sie recht selten. In der Mitte ihrer Mundscheibe liegt der vierkantige Mundkegel, um ihn herum befinden sich vier, bei älteren Polyphen bis zu sechzehn Tentakel. Sie sind nicht hohl, sondern mit Zellen des inneren Keimblattes angefüllt. Wie bei der Meduse gliedern vier vorspringende Längsfalten (Gastralsepten) den Magenraum in vier Taschen; in diese Septen senken sich von außen her die vier Septaltrichter ein. Die Scyphopolyphen, meist Einzelpolyphen von weniger als einem Zentimeter Länge, sitzen in ein bis zwanzig Meter, selten bis siebenzig Meter Tiefe, auf Steinen, Tang, Muschelschalen oder auf Fels. Eine Ausnahme bildet *Nausithoe*, deren stockbildende Polyphen in einen Schwamm eingesenkt sind, so daß man nur noch ihre Mundscheiben sieht; diese Form fand man bis in Tiefen von 8300 Meter. Wie bei den Hydropolypen fangen die Scyphopolyphen ihre Nahrung mit den Tentakeln, lähmen sie durch das Nesselgift und bringen sie zum Munde, wo Einzeller, Kleinkrebschen, Schneckenlarven und Pfeilwürmer abgestreift werden. Zusätzliche Nahrung trägt den immer hungrigen Wesen die Wimperströmung zu, die von den Tentakeln zum Mund hinführt; diese zusätzliche Kost besteht allerdings nur aus kleinsten Lebewesen wie Kieselalgen und dergleichen.

Scyphopolyphen pflanzen sich nur ungeschlechtlich durch Querteilung (Strobilation) fort. Nahe der Mundscheibe bildet sich nach einiger Zeit in der Körperwand eine tiefe Ringfurche, die auf diese Weise äußerlich eine Scheibe formt; sie entspricht der später sich ablösenden Ephyralarve. Je nach Art und Ernährungszustand des Polyphen können sich eine bis dreißig solcher Ringfurchen bilden. Man nennt diese Erscheinungsform des Polyphen eine Strobila; sie kann mit einem Stapel ineinandergestellter Teller verglichen werden. Die Mundscheibe bildet die Unterseite der zuerst abzuschnürenden Ephyralarve; sie baut nun die noch vorhandenen Tentakel des Polyphen ab und erzeugt an deren Stelle acht Randlappen, in deren gespaltenen Spitzen je ein Sinnesorgan liegt. Mehr oder weniger weit abgebaut werden auch die Septen des Magenraumes, und schließlich löst sich die oberste Scheibe ab und schwimmt als Ephyra davon. Trotz des Verlustes der Tentakel kann sich der Polyp weiterernähren, allerdings nur mit Hilfe der Wimperströmungen; denn der Magenraum wird von der Querteilung (Strobilation) nicht betroffen. Nachdem sich die letzte Scheibe abgelöst hat, können sich innerhalb einer Woche erneut Randtentakel am Polyphen bilden.

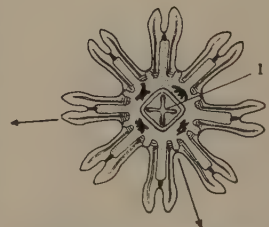
Über die Dauer und die Häufigkeit der Strobilation ist man bis heute nur dürftig unterrichtet. Bei den OHRENQUALLEN (Gattung *Aurelia*) konnte in der Kieler Bucht eine deutliche Temperaturabhängigkeit festgestellt werden. Bei Wassertemperaturen von plus zwei bis vier Grad Celsius bildeten die Polyphen von Mitte Januar bis Ende Februar Ephyren; der ganze Vorgang dauerte fünfzig bis siebenzig Tage. Ein kleiner Hundertsatz der Polyphen schritt zwischen Mitte und Ende Mai nochmals zur Strobilation; bei acht Grad Celsius dauerte der Vorgang nur noch fünfundzwanzig Tage. Selbst wenn die Lebensdauer eines Scyphopolyphen nur ein Jahr beträgt, ist die Vermehrungsrate bei der ungeheuren Eizahl, welche die Medusen später abgeben, doch sehr groß. Neben der Strobilation kann man bei verschiedenen Scyphopolyphen auch



Scyphostomapolyp mit Einschnürungen (Beginn der Strobilation).



Strobilation (Schema). Ein Abschnitt von 120° aus dem Körper herausgeschnitten. Links Gastraltaschen, rechts das Septum, von Septalspalten (Septalostien, schwarz) durchbrochen. 1a, 1b und 1c Medusenanlagen.



Ephyralarve. 1 Mundöffnung. Die Pfeile zeigen den in der darüberstehenden Abbildung herausgeschnittenen Abschnitt an.

Knospenbildung feststellen. Meist lösen sich die Knospen jedoch ziemlich rasch ab und werden zur Strobila. Nur bei *Nausithoe* entsteht — wie schon erwähnt — eine richtige Polypenkolonie.

Brutfürsorge

Außer dem »klassischen« Fall der Fortpflanzung Scyphopolyp — Strobila — Ephyra — Qualle — Planula — Scyphopolyp finden sich einige Fälle von Brutfürsorge. Bei bestimmten Formen hält die Qualle ihre Eier bis zur Entstehung der Planularlarve zwischen den Mundarmen zurück, wie es die NESSELQUALLEN (Gattung *Cyanea*) tun; andere Arten belassen ihre Eier ebenfalls bis zu diesem Stadium in besonders geformten Gruben des inneren Keimblattes wie die Ohrenquallen. Bei den KOMPASSQUALLEN (Gattung *Chrysaora*) erfolgt die Entwicklung zur Planularlarve im Eierstock, und bei *Stygiomedusa* bilden sich sogar vollständige Quallen im mütterlichen Körper aus. Bei der Umwandlung der Ephyralarve in die Scyphomeduse bilden sie erst von der Mundscheibe aus zwischen den Randlappen neue Lappen (Loben), so daß aus dem achtstrahligen Stern ein geschlossener Schirm entsteht. An diesen »Velarlappen« sprossen die Tentakel. Das Wachstum geht verhältnismäßig rasch vor sich. Die Ohrenqualle erreicht in der Nordsee innerhalb eines Monats einen Durchmesser von einem Zentimeter, innerhalb von drei Monaten über zwanzig Zentimeter.

Die ausgewachsenen Scheibenquallen sind ausdauernde Schwimmer, die zum Teil beträchtliche Geschwindigkeiten von mehreren Kilometern je Stunde erreichen können. Durch Zusammenziehungen des Schirmrandes pressen sie Wasser aus der Schirmhöhle heraus, so daß die Quallen, Schirm voran, davonschwimmen. Große Entfernungen legen sie natürlich in erster Linie mit der Meeresströmung treibend zurück. Bekannt ist die Schwarmbildung mancher Scheibenquallen, bei der sich viele tausend Quallen zusammenfinden. Kilometerlange Ansammlungen der GELBEN HAARQUALLE (*Cyanea capillata*) wurden schon vor der Küste Norwegens gesichtet; auch die Nordsee ist stellenweise dicht mit Quallen bedeckt. Die LEUCHTQUALLE (*Pelagia noctiluca*) tritt manchmal in Schwärmen von fünfundvierzig Kilometer Länge auf; und bei Triest schätzte man einst, daß sich über vierzigtausend WURZELQUALLEN (*Rhizostoma pulmo*) auf einem Quadratkilometer zusammenfanden. Es kann vorkommen, daß Fischer ihre Tätigkeit einstellen müssen, weil die Netze prall mit Quallen gefüllt sind.

Nesselverletzungen

Bei manchen Arten, wie den Lungen- und Ohrenquallen, treten die Nesselkapseln kaum in Erscheinung; andere Arten, wie die Nesselquallen und *Chiropsalmus*, besitzen jedoch einen äußerst wirksamen Nesselapparat. Nicht nur die an der Qualle festgewachsenen Tentakel, sondern oft auch deren Schirmoberfläche und sogar abgerissene, treibende Tentakel können badenden Menschen gefährlich werden. Nach der ersten Berührung beginnt die Haut zu jucken und zu brennen; später ist die Stelle stark gerötet, und es kann zu Quaddelbildungen kommen. Unter Umständen treten Muskelkrämpfe auf, die besonders Schwimmer zu gefährden vermögen. Auch fiebrige Erkrankungen sind im Anschluß an solche »Zusammenstöße« mit nesselnden Quallen beobachtet worden. Mehrmalige »Nesselverletzungen« führen unter Umständen zu einer Überempfindlichkeit des Betroffenen, die in einem allergischen Schock gipfeln kann. Durch Scheibenquallen hervorgeru-

fene Todesfälle kommen vor allem in tropischen Meeren immer wieder vor. Stürme schwemmen hie und da große Mengen von Quallen an den Strand. Auch diese scheinbar toten Tiere vermögen oft noch empfindlich zu nesseln. Am besten läßt man die Hände weg von den »Gallertklumpen«; denn auf Anhieb ist nicht mit Sicherheit festzustellen, ob es sich um eine gefährliche oder um eine harmlose Art handelt. Will man die Tiere trotzdem beobachten, so dreht man sie mit irgendeinem Instrument um.

Systematisch werden die Scheibenquallen in fünf Ordnungen gegliedert: 1. Stielquallen (Stauromedusae; s. unten), 2. Würfelquallen (Cubomedusae; s. S. 213), 3. Tiefseequallen (Coronata; s. S. 214), 4. Fahnenquallen (Semaestomae; s. S. 215), 5. Wurzelmundquallen (Rhizostomae; s. S. 218). Insgesamt kennen wir rund 250 Arten; die größte ist die Arktische Riesenqualle (s. S. 216) mit einem Schirmdurchmesser von über zwei Meter.

Die festsitzenden, rund dreißig Arten umfassenden STIELQUALLEN (Ordnung Stauromedusae) sind wahrscheinlich die ursprünglichsten Scheibenquallen. Noch streiten sich die Forscher, ob es sich hier um Polypen oder um nachträglich wieder zur festsitzenden Lebensweise übergegangene Medusen handelt. In der Mitte der Schirmoberfläche entspringt nämlich ein Stiel, dessen Ende zu einer Fußscheibe umgewandelt ist. Mit ihr heften sich die Stielquallen auf Tang, Seegräsern und Steinen fest. Verfolgen wir die Entwicklung des Einzeltieres (Ontogenese), so verstehen wir die Eigentümlichkeiten dieser Formen besser. Aus der befruchteten Eizelle entsteht über eine Planularlarve ein kleiner gestielter Polyp, aus dem sich direkt — also ohne die für Scheibenquallen bezeichnende Strobilation (s. S. 210) — eine erwachsene Stielqualle formt. Der Stiel der Qualle entspricht also dem Stiel des Polypen.

Die Mundscheibe der Qualle bildet eine Art Trichter oder Becher, daher ist auch der Name »Becherqualle« gebräuchlich. Das ganze Wesen kann kreisförmig sein; meist ist es jedoch in typischer Weise »gezipfelt«, indem die Mundscheibe acht paarweise angeordnete Arme ausbildet. An deren Ende finden sich warzenförmige Erhöhungen mit zwanzig bis hundert kurzen Tentakeln. In den Einkerbungen zwischen den Armpaaren sitzt je ein kurzer kräftiger Tentakel — Randanker genannt —, der einen Klebstoff absondert und als Haftorgan dient. Mit Hilfe der Armpaare und der Fußscheibe können sich die Becherquallen — ähnlich wie die Süßwasserpolyphen — spannerauppenartig fortbewegen. Entweder setzen sie Arme und Stiel abwechselnd auf der Unterlage fest, oder die Qualle wandert nur auf den Spitzen ihrer Arme; dabei löst sich ein Armpaar los, streckt sich aus und heftet sich erneut an die Unterlage, worauf die anderen Arme nachgezogen werden und der Vorgang von neuem beginnt.

Durch die Fußscheibe können aus benachbarten Algenzellen der Unterlage Farbstoffe aufgenommen und im Quallenkörper eingebaut werden. Die Stielqualle nimmt dann langsam die Färbung der Umgebung an. Mit Hilfe der Tentakelquasten erbeuten die Stielquallen kleine Muscheln, Schnecken, Schlangensterne und Krebschen; sie werden gleichsam »aufgetupft«, festgeklebt, zur Mundöffnung gebracht und dort »abgewischt«. Nahrungsreste, zum Beispiel Muschelschalen, stößt die Qualle wieder durch den Mund aus.

Ordnung Stielquallen



Stielqualle, $\frac{3}{8}$ des Umfanges herausgeschnitten. 1 Arme mit Tentakelquaste, 2 Randanker, 3 Mundöffnung, 4 Stiel mit Fußscheibe.

Die Becherquallen leben fast ausschließlich in kalten Meeren und bevorzugen die küstennahe Flachsee; eine einzige Form (*Lucernaria bathypila*) kommt in Tiefen von rund tausend Meter vor. Die einzelnen Quallen sind um drei Zentimeter hoch und haben einen Scheibendurchmesser bis acht Zentimeter. Meist hängen sie mundabwärts an der Unterlage. In der Nordsee und im Ärmelkanal gibt es zwei Arten (*Craterolophus tethys*, Länge 3 cm, ϕ 2,5 cm, Abb. S. 198; und *Haliclystus octoradiatus*, Höhe 5 cm, ϕ bis 3 cm); ferner lebt in der Nordsee und bis in die Ostsee hinein *Lucernaria quadricornis* (ϕ bis 6 cm).

Ordnung Würfelquallen

Zu den gefürchtetsten Quallen gehören die WÜRFELQUALLEN (Ordnung Cubomedusae) der tropischen Meere, von denen man bis heute sechzehn Arten kennt. Nicht umsonst werden sie auch »Feuerquallen« genannt, denn eine Berührung mit ihren Tentakeln, ja selbst mit der Glocke, kann zu schweren Verbrennungen führen. Der Schirm dieser Quallen hat meist die Form eines Würfels mit mehr oder weniger gerundeten Kanten. Seine Unterseite ist tief ausgehöhlt, so daß das einfache Mundrohr kaum sichtbar ist. An jeder der vier Schirmecken sitzt ein einzelner Tentakel oder sogar ein Bündel davon. Der Tentakelgrund wandelt sich im Verlaufe des Wachstums zu einer starken Lamelle (Pedalium) um, die beim Schwimmen — vor die Glockenhöhle gebracht — als Steuerorgan dient. Die Schirmhöhle wird durch eine ringförmige Membrane (Velarium) teilweise verschlossen, hat also eine ähnliche Aufgabe wie das Velum bei den Hydromedusen. Durch kräftige Muskeln kann sich der Schirm je Sekunde zweimal und öfter zusammenziehen und das Tier nach dem Rückstoßprinzip fortbewegen.

Alle diese Umstände tragen dazu bei, daß die Würfelquallen zu den schnellsten und gewandtesten Schwimmern unter den Hohltieren gehören. Die Eizellen werden im Magenraum befruchtet und entwickeln sich dort bis zur Planulalarve. Sie schwimmt wenige Tage umher, setzt sich fest und wandelt sich zum Scyphopolypen um. Dieser Vorgang wurde bis heute erst einmal im Aquarium festgestellt. Über Strobilation (s. S. 210) und Medusenentwicklung ist man bis heute noch im unklaren. Immerhin hat man beobachtet, daß Jungtiere der Gattung *Charybdea* von zwölf Millimeter Durchmesser in keiner Weise mehr Ephyralarven (s. S. 210) gleichen; deshalb ist anzunehmen, daß sich die Medusen unmittelbar aus dem Scyphopolypen entwickeln. Die Art und Weise der Fortpflanzung bei Würfelquallen ist also noch in Dunkel gehüllt.

Würfelquallen sind verhältnismäßig kleine Tiere mit Schirmhöhen von knapp fünf Zentimeter; nur selten erreichen sie fünfundzwanzig Zentimeter. Fast ausschließlich bewohnen sie die warme tropische Flachsee und haben eine Vorliebe für verschmutzte Gewässer, wie Hafengebiete und Flußmündungen. Nur selten trifft man sie auf hoher See an, wohin sie wahrscheinlich von Strömungen getrieben werden. Eine einzige Art, *Charybdea marsupialis*, findet sich im Mittelmeer in fünfhundert bis tausend Meter Tiefe. Die anderen Arten sind ausgesprochen tropische Tiere, die in verschiedenen Arten alle tropischen Gewässer bewohnen. Gefürchtet ist die im Pazifik heimische SEEWESPE (*Chiropsalmus quadrigatus*; Schirmhöhe rund 10 cm). Ihre Nesselzellen können auf der menschlichen Haut Blasen und Schwellun-

gen verursachen. Oft treten auch Krämpfe und allgemeine Schwächezustände auf, die sogar zum Tode der Betroffenen führen können. Man ist daher sehr erstaunt, daß gerade diese Art im Fernen Osten, zum Beispiel auf den Philippinen, in Essig gelegt auf den Markt kommt und gegessen wird.

In neuester Zeit (1956) hat man in Australien eine weitere Würfelqualle entdeckt und beschrieben: *Chironex fleckeri* (Abb. S. 183), die bis dahin mit *Chiropsalmus quadrigatus* verwechselt wurde. Mikroskopische Untersuchungen haben jedoch die Verschiedenheit beider Formen bestätigt. Das Verbreitungsgebiet von *Chironex* erstreckt sich im australischen Bereich vom Äquator nach Süden bis zum Wendekreis des Steinbocks; ob sie auch in anderen Regionen des Stillen Ozeans anzutreffen ist, steht bis heute noch nicht eindeutig fest. Messungen haben ergeben, daß diese Qualle eine Geschwindigkeit von mindestens drei bis fünf Kilometer in der Stunde erreicht; bei »Gefahr« soll sie mit einer Geschwindigkeit von neun Stundenkilometer davonziehen. Durch den erstaunlichen Steuermechanismus (Pedalium) kann sie auch überaus schnell die Richtung wechseln.

Durch schwache Lichtquellen werden *Chiropsalmus* und *Chironex* unwillkürlich angezogen; starkes und grelles Licht meiden sie jedoch. *Chironex* stellt, wie J. H. Barnes berichtet, eine schwere Bedrohung der australischen Badestrände dar. Auf ihrer Nahrungssuche nach Steingarnelen (*Acetes australis*) geht sie ziemlich nahe ans Ufer seichter Buchten, die gerade von Badenden ebenfalls gern aufgesucht werden. Laut verbürgten Angaben sollen in den vergangenen Jahren durch diese Qualle mehr als fünfzig Menschen ums Leben gekommen sein. Nur durch rasche Hilfe (Behandlung der betroffenen Körperstellen mit Methylalkohol, Mund-zu-Mund-Beatmung, Spritzen von kreislauffördernden Arzneien) läßt sich das Schlimmste abwenden. Es dauert jedoch wochenlang, bis die Brandwunden wieder geheilt sind, und meist bleiben Narben zurück, die zeitlebens nicht mehr verschwinden.

Die TIEFSEEQUALLEN (Ordnung Coronata) werden auch Taschen- oder Kronenqualen genannt. Wie ihr Name schon sagt, leben sie vor allem in größeren Wassertiefen, und zwar vorwiegend in tropischen Gewässern. Sie haben einen einfachen Mund ohne lange Anhänge und eine waagerechte tiefe Ringfurche im Schirm, die ihn in eine mittlere Kappe und einen Außenkranz gliedert. Der Schirm kann spitzglockig bis hochgewölbt, fingerhut- oder kegelförmig, bei einigen Formen auch flach sein. Meist ist er prächtig gefärbt; je tiefer die Arten im Meer leben, desto kräftiger ist der Farbton, der von Rot und Rostfarben bis Dunkelviolet und Schwarzbraun gehen kann. Oft sind die Randlappen sehr tief eingeschnitten. Die größten Arten haben einen Schirmdurchmesser bis zwanzig Zentimeter; durchschnittlich beträgt er jedoch nur fünf Zentimeter.

Bekannt ist vor allem die Gattung *Nausithoe*, deren stockbildende Scyphopolypen bis in Tiefen von 8300 Meter gefunden wurden. Die weitverbreitete *Nausithoe punctata* (Schirmdurchmesser 1,4 cm; Abb. S. 183) kommt in den tropischen und subtropischen Meeren, gelegentlich auch im Mittelmeer, vor. Ihre Färbung wechselt von Grün bis Hellbraun; die Keimdrüsen leuchten gelb, rot oder auch braun; auf der Schirmoberfläche finden sich rötliche Flecken. Zu den schönsten Formen gehört *Periphylla regina* mit ihrem rostroten

Ordnung
Tiefseequalen

Schirm von bis zu zwanzig Zentimeter Durchmesser. Sie wird von der Oberfläche bis in 4500 Meter Tiefe gefunden. Bei der ebenfalls prächtig gefärbten Gattung *Atolla* beobachtete man, daß ein großer Teil der nahe der Meeresoberfläche (250 bis 500 Meter tief) lebenden Tiere glasartig durchsichtig ist, mit Ausnahme des fast schwarzen Magens und unter Umständen der schwach gefärbten Keimdrüsen. Zwischen fünfhundert bis tausend Meter tief leben Quallen mit gefärbtem Ringmuskel. Ist auch die Schirmunterseite gefärbt und sind die Keimdrüsen noch durch die Schirmoberseite erkennbar, so liegt das Lebensgebiet der betreffenden Tiere bei 750 bis 1500 Meter Tiefe. Sind die *Atolla*-Quallen gänzlich undurchsichtig, so leben sie ab 1500 Meter Tiefe. Natürlich kommen sehr viele Farbabstufungen vor; doch gerade bei dieser Gattung zeigt sich sehr gut die Abhängigkeit der Färbung von der Wassertiefe.

Ordnung Fahnenquallen

Wohl zu den bekanntesten Scheibenquallen im europäischen Raum gehören die FAHNENQUALLEN (Ordnung Semaestomae). Ihr Schirm ist ziemlich flach; daher hat man sie früher oft auch Scheibenquallen i. e. S. genannt. Nur beim Schwimmen wölbt sich der Schirm regelmäßig halbkugelig auf. Der Schirmrand ist in kleine Lappen gegliedert. Die vier Kanten des Mundrohrs sind in vier sehr dehnbare und lange Mundarme ausgezogen; daher der Name »Fahnenquallen«. Vom Magenraum aus gehen Radiärkanäle ab, ein Randgefäß fehlt jedoch. Der Körper ist meist durchsichtig glashell, besitzt aber oft ein äußerst prächtiges Zeichnungsmuster in verschiedensten Farbtönen. Zu dieser Ordnung mit über fünfzig Arten gehören die größten uns bekannten Quallen.

Oft tritt die KOMPASSQUALLE (*Chrysaora hyoscella*; Schirmdurchmesser bis 30 cm; Abb. S. 183) im Atlantik, in der Nordsee und im Mittelmeer in Scharen auf. Sie besitzt sechzehn gelb bis rotbraun gefärbte Radialbänder, die ihr den deutschen Namen eingetragen haben, da diese Verzierung Ähnlichkeit mit der Windrose eines Kompasses hat. Vom Rand ihres flachen Schirmes hängen vierundzwanzig lange und ziemlich dicke Tentakel herab. Bei dieser interessanten zwitterigen Art sind die Quallen meist erst männlich, dann männlich und weiblich zugleich und zuletzt rein weiblich; Selbstbefruchtung ist also während einer gewissen Zeitspanne nicht ausgeschlossen. Ihre Eier gibt die Kompaßqualle nicht ins freie Wasser ab, sondern sie entwickeln sich im Magenraum und werden als Planularlarven frei. Die weitere Entwicklung erfolgt über den Scyphopolypen und die Bildung von Ephyralarven zur geschlechtsreifen Qualle. M. J. Delap berichtete im Jahre 1905, daß sich in ihrem Aquarium innerhalb eines Jahres aus einem Scyphopolypen eine Kompaßqualle von fast dreiundzwanzig Zentimeter Durchmesser gebildet hat. Die Qualle wurde mit Plankton gefüttert, wobei sie eine Vorliebe für kleinere Medusen zeigte.

Die Leuchtqualle

Sehr häufig ist im Mittelmeer und im wärmeren Teil des Atlantik die LEUCHTQUALLE (*Pelagia noctiluca*; Schirmdurchmesser bis 8 cm). Ihr Schirm ist glockenförmig bis halbkugelig; seine Färbung wechselt von schwach Purpurn bis Braunrot. Die acht zart getönten Tentakel sind sehr dehnbar. Auf mechanische Reize hin leuchten die Quallen kräftig auf und haben daher ihren deutschen Namen erhalten. Ein Wasserstrahl oder die Wirbel im Kielwasser

eines Schiffes genügen schon zur Auslösung dieser Erscheinung. Über den Zweck dieses Leuchtens und die dazu führenden chemischen Vorgänge weiß man bis heute nichts Genaueres.

In ihrem Fortpflanzungsverhalten stellen die Leuchtquallen etwas ganz Besonderes dar. Aus der befruchteten Eizelle entsteht wohl eine Planularlarve; sie wandelt sich aber direkt – unter Umgehung des Polypenstadiums und der Strobilation – in eine Ephyralarve um. Aus diesem Grunde konnte sich die Leuchtqualle auch die Hochsee als Verbreitungsgebiet erobern. Oft beobachtet man gewaltige Scharen dieser Qualle, die von der Strömung verfrachtet bis ans Ufer getrieben werden und dort riesige Spülsäume bilden können. Durch Berührung mit den ausgestreckt bis zu zehn Meter langen Tentakeln, die man ihrer Feinheit und Durchsichtigkeit wegen kaum wahrnimmt, kommt es bei Badenden immer wieder zu striemenartigen Verbrennungsercheinungen; sie können in Blasenbildung und später in Fieberanfällen gipfeln. Ende Januar 1959 beobachtete ich in der Bucht von Villefranche-sur-Mer bei Nizza eine Masseneinwanderung von Leuchtquallen. Die Planktonnetze und die von den Fischern ausgelegten Schwebenetze wurden von den Gallertmassen vollständig verstopft; an den Ufern bildeten sich Dezimeter dicke Spülsäume von gestrandeten Quallen. In einem Kessel fischte man von der Mole aus Dutzende von Tieren in jeder Größenordnung – von der Ephyralarve bis zur geschlechtsreifen Leuchtqualle – heraus. Nach vierundzwanzig Stunden war kaum mehr ein Tier anzutreffen.

Zu den Riesenformen gehören die GELBE HAARQUALLE (*Cyanea capillata*) und die ARKTISCHE RIESENQUALLE (*Cyanea arctica*). Freilich ist die systematische Eigenständigkeit der letzteren Art noch umstritten; denn manche Autoren betrachten sie nur als Unterart der Gelben Haarqualle. Die Riesenqualle kann einen Schirmdurchmesser von mehr als zwei Meter, die Gelbe Haarqualle einen solchen bis zu einem Meter haben. Randtentakel fehlen den HAARQUALLEN (Familie Cyaneidae) vollständig; dafür aber besitzen sie acht Gruppen von je über hundertfünfzig Tentakeln, die an der Schirmunterseite ansetzen. Sie können sich auf vierzig und mehr Meter Länge ausstrecken und sich in Sekundenschnelle auf weniger als ein Zehntel zusammenziehen. Die Tentakel hängen wie ein riesiges giftstrotzendes und todbringendes Fangnetz hinunter. Zum Beuteerwerb läßt sich die Qualle mit kreisförmig weit ausgebreitetem Tentakelbehang niedersinken. Man hat ausgerechnet, daß eine große Arktische Riesenqualle eine Fläche von gut fünfhundert Quadratmeter abfischen kann. Glücklicherweise kommen diese Riesen nur in den unwirtlichen Regionen der Arktis vor. Es ist kaum auszudenken, was geschehen würde, wenn ein Schwimmer sich in einem solchen »Netz« verfangen würde.

Riesenformen

Die Heimat der Gelben Haarqualle liegt in den kühlen Gebieten des Atlantik, des Pazifik, der Nordsee und selbst der Ostsee. Ihre Färbung wechselt sehr stark. Die Mundarme sind purpurfarben, die Tentakel rötlich oder vor allem gelb gefärbt; daher wird sie im englischen Sprachbereich auch als »Lions Mane« (Löwenmähne) bezeichnet. Der Schirm kann von Hellrosa bis Rotgelb oder Braunviolett getönt sein. Da sie im Mittel nur dreißig Zentimeter Durchmesser erreicht, ist die durch sie entstehende Gefahr nicht so

»Abenteuer mit der
Löwenmähne«

groß wie bei der Arktischen Riesenqualle, immerhin hat schon mancher Schwimmer unliebsame Erfahrungen mit der Haarqualle gemacht. Selbst in der Literatur ist sie wegen ihrer Nesselwirkung verewigt worden; Conan Doyle hat in seiner Sherlock-Holmes-Serie eine Erzählung mit dem Titel »Abenteuer mit der Löwenmähne« verfaßt; in ihr beschreibt er eine verbrecherische Handlung mit Hilfe des Nesselgiftes. Die verwandte BLAUE NESSELQUALLE (*Cyanea lamarckii*; Schirmdurchmesser rund 35 cm; Abb. S. 183), die wegen der herrlichen, strahlend blauen Farbe ihres Schirmes auch »Kornblumenqualle« genannt wird, kommt nur im Atlantik und in der Nordsee vor. Ihre Tentakel können ebenfalls sehr stark nesseln und unangenehme Verbrennungen hervorrufen.

Die bekannteste Fahnenqualle dürfte die weltweit verbreitete OHRENQUALLE (*Aurelia aurita*; Abb. S. 183) sein. Sie lebt in allen Ozeanen, vom Äquator bis in Polnähe, und dringt auch in die Nebenmeere (Mittelmeer, Ostsee) ein. Trotz des riesigen Verbreitungsgebietes scheint ihre Erscheinungsform kaum zu wechseln. Ihr Körper hat einen Wassergehalt von nahezu 98 v. H.; er ist farblos durchsichtig. Dagegen scheinen die mehr hufeisen- als ohrförmigen vier Keimdrüsenpakete in violetter oder blaßroter Farbe durch die Schirmgallerte durch. Der Körper gleicht einem umgestülpten Teller von rund fünfundzwanzig Zentimeter, in Ausnahmefällen bis vierzig Zentimeter Durchmesser; man kann hier kaum noch von einer »Medusenglocke« sprechen. Die Randtentakel sind sehr zahlreich, aber verhältnismäßig kurz, die Mundarme dagegen sehr gut ausgebildet und kräftig gefärbt. Vom Magenraum aus führt ein System sich verzweigender und wieder miteinander verschmelzender Radiärkanäle zum Schirmrand, wo ein Ringkanal alle miteinander verbindet. Im Gegensatz zu manchen anderen Fahnenqualen ist die Ohrenqualle harmlos; ihre Nesselkapseln vermögen die menschliche Haut nicht zu durchdringen.

Zu bestimmten Zeiten ernähren sich die Ohrenqualen fast ausschließlich von Plankton bis zu einer Teilchengröße von rund sechs Millimeter, zum Beispiel Geißelträger, Schneckenlarven, Krebslarven und Ruderfußkrebsechen. Die kleinen Randtentakel besorgen dabei nur einen Teil des Beuteerwerbs; der Hauptfangapparat wird durch die Wimpern der ganzen Körperoberfläche gebildet, die zwar bei anderen Arten auch vorhanden sind, aber dort kaum Bedeutung für den Nahrungsfang haben. Wimperbewegungen leiten die an den Schirm anstoßenden und in Schleim gehüllten Nahrungsteilchen zum Schirmrand und bringen sie in eine der acht hierfür gebildeten »Futtergruben«. Mundarme holen sie von dort ab und schaffen sie zur Mundöffnung. Sowohl Mundarme als auch Randtentakel können Nahrungsteilchen ablehnen oder unverwertbare Bestandteile, die von den Wimpern in die Gruben gestrudelt wurden, wieder ins Wasser zurückbefördern. Neben dieser Kleinnahrung nimmt die Ohrenqualle auch größere Futterstücke an; man hat in ihrem Magenraum Borstenwürmer bis zu fünf Zentimeter Länge und Flohkrebse bis zu einem Zentimeter Länge gefunden. Ohrenqualen von zweieinhalb Zentimeter Durchmesser nahmen Fische bis zu zwölf Zentimeter Länge an.

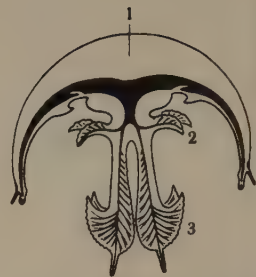
Die Entwicklung der Ohrenqualle konnte Anfang dieses Jahrhunderts von englischen Forschern in Freilandbeobachtungen genau verfolgt werden. An

der Westküste Schottlands erscheinen die geschlechtsreifen Medusen im Frühsommer. Ende Juni findet man zwischen ihren Mundarmen freie Planulalarven. Anfang August treten auf den langgestreckten »Blättern« des Zuckertangs (*Laminaria*) massenhaft Scyphopolypen auf. Sie bilden von November bis gegen Ende Januar Ephyralarven aus. Anfang Februar verschwinden die Polypen dann allmählich. Zu diesem Zeitpunkt enthält das Plankton Ephyren und junge Ohrenquallen (bis einen Zentimeter Durchmesser) in großen Mengen. Im April haben dann die Medusen einen Durchmesser von gut sieben Zentimeter erreicht, nach drei Monaten rund zwanzig Zentimeter. Bei Sommeranfang beginnt die Fortpflanzungszeit, die mit dem Tod der Qualle endet; die durchschnittliche Lebensdauer dürfte bei viereinhalb Monaten liegen. Ende des Sommers findet man noch die letzten beschädigten Ohrenquallen. In freier Natur scheint es sich also um einen Jahreskreislauf zu handeln: Jedes Jahr wird eine Medusen- und eine Polypengeneration erzeugt, die nach Abschluß ihrer geschlechtlichen beziehungsweise ungeschlechtlichen Fortpflanzung absterben. In Aquarien haben Ohrenquallenpolypen drei bis vier Jahre gelebt und mehrmals eine Strobila (s. S. 210) gebildet; welche Umstände dazu führen, ist bis heute noch unklar.

Besonders bemerkenswert sind die Fortpflanzungsverhältnisse der Gattung *Stygiomedusa*. Die tentakellose Qualle hat einen braunen bis purpurroten Schirm von gut dreißig Zentimeter Durchmesser und lebt in Tiefen von rund dreitausend Meter. Sie bildet aus Zellen der Innenhaut und der Keimdrüsen Zysten, die auf röhrenförmigen Anhängen in den Magenraum ragen. Darin eingebettet liegt ein doppelwandiger Sack, vielleicht ein rückgebildeter Scyphopolyp, der von der Zyste ernährt wird. Schließlich entsteht daraus eine Meduse von zehn Zentimeter Durchmesser, die auf unbekanntem Wege das Muttertier verläßt. Dies ist ein für Hohltiere sicher außergewöhnlicher Fall von Brutpflege. Eine recht gefürchtete Art ist die SEENESSEL (*Dactylometra quinquecirrha*; Schirmdurchmesser bis 30 cm), die im Atlantik heimisch ist. Der hübsch gefärbte Schirm enthält auf seiner Oberfläche in warzenartigen Gebilden ebenfalls Nesselkapseln. Vier lange rosagefärbte Mundarme ragen unter dem Schirm hervor, und etwa vierzig goldgelb gefärbte Tentakel, die sich auf mehrere Meter ausstrecken können, nesseln ziemlich stark.

Gelegentlich sieht man in Meeresaquarien kopfgroße Quallen mit kräftigen Schlägen des Schirmes gemächlich umherschweben. Auffallend an ihnen ist das Fehlen von Randtentakeln am hochgewölbten Schirm und das Auftreten von zierlichen Krausen an den Mundarmen und unter dem Schirm. Unwillkürlich wird man an die Rüchen und Spitzen altmodischer Unterkleider erinnert. Es handelt sich hier um WURZELMUNDQUALLEN (Ordnung Rhizostomae), und zwar um eine der in europäischen Meeren heimischen Arten aus der Gattung *Rhizostoma* (Schirmdurchmesser bis 80 cm). Ihr Schirm hat die Form eines hochgewölbten Pilzhutes und ist je nach Art weiß bis zart cremefarben getönt. Am Rand hat er rund achtzig kleine Lappen und ist dort kräftig kobaltblau bis violett gefärbt.

Die Umwandlung der Ephyralarve in eine Meduse ist mit äußerst verwickelten Umformungen ihrer Mundpartie verbunden. Erst legen sich die freien Kanten jedes Mundarmes aneinander und verwachsen, wobei sie sich



Wurzelmundqualle (schematisiert): 1 Gallertschirm, 2 Schulterkrause, 3 Mundfahnen.

Ordnung
Wurzelmundquallen

gleichzeitig gabeln. Daneben entstehen zahlreiche Querverbindungen durch die miteinander verschmelzenden Querfalten der Mundfalten, so daß die schon erwähnten Krausen entstehen. Die ursprüngliche Mundöffnung schließt sich meist vollständig; statt dessen steht das weitverzweigte Magensystem durch feine Poren mit der Umwelt in Verbindung. Am Mundarmgrund kann ein weiteres Porensystem in Form der Schulterkrausen gebildet werden. Da keine große Mundöffnung mehr vorhanden ist, besteht die Nahrung aus kleinsten Schwebewesen, die gerade noch durch die Poren aufgenommen werden können. Ob größere Nahrungsbrocken zwischen den Mundarmen verdaut und in Form einer »Bouillon« durch die Poren aufgesogen werden, steht bis heute nicht eindeutig fest. Vom Magenraum aus führen sechzehn Kanäle bis zum Schirmrand und sind dort durch ein Ringgefäß verbunden.

Zwei Arten sind im europäischen Raum vertreten: im Mittelmeer die LUNGENQUALLE (*Rhizostoma pulmo*; Abb. S. 183 u. 272), im Atlantik und in der Nordsee die verwandte BLUMENKOHQUALLE (*Rhizostoma octopus*). Beide können längere Zeit in Aquarien gehalten werden. Unter ihrer Glocke finden sich oft größere Gruppen von Jungfischen, meist der Bastardmakrele (*Trachurus trachurus*) und der Goldstrieme (*Boops salpa*). Die kleinen, nur sehr schwach wirksamen Nesselbatterien der Quallen können den Fischen kaum Schutz bieten; man nimmt eher an, daß sie sich unter dem großen Schirm und zwischen den Mundarmen verstecken. Manche Forscher zweifeln sogar an dieser Deutung und behaupten, daß sich die Fische aus anderen Gründen um die Qualle tummeln. In den Fischmägen finden sich nämlich sehr häufig Teilchen aus dem Quallenkörper. Bei Quallen, die mitsamt ihrem »Begleitgeschwader« ins Aquarium gelangten, konnte ich selbst beobachten, daß die Fischchen sie angriffen.

Ebenfalls im Mittelmeer kommt *Cotylorhiza tuberculata* (Abb. S. 197) vor; auch sie bildet manchmal größere Schwärme. Ihr Schirm ist sehr flach, die Mundlappen sind ungemein stark gekraust, dazwischen schauen violettblaue geknöpfte Tentakel hervor; Schulterkrausen fehlen hingegen vollständig. Der Schirm ist durch symbiontische Algen (Zooxanthellen) oft braun bis grünlich gefärbt; in geringerem Maße treten solche Algen auch bei anderen Wurzelmundquallen auf, doch ist ihre Bedeutung noch ungeklärt. Auch *Cotylorhiza* wird häufig von Jungfischen der schon genannten Arten begleitet.

Übergang zur sesshaften Lebensweise

Einen interessanten Übergang zur sesshaften Lebensweise zeigt die Flachwasserseduse *Cassiopeia xamachana* (vgl. Abb. S. 198), die in der Mangrovenzone der tropischen Meere lebt. Bis zu einem Schirmdurchmesser von höchstens zwei Zentimeter schwimmt sie frei umher, dann legt sie sich in den schlammigen Lagunen zwischen den Mangroven »auf den Rücken« und streckt die Mundarme in die Höhe. Mit einer Delle auf der Schirmoberseite kann sie sich auf dem Untergrund festsaugen, so daß sie von Strömungen nicht weggetrieben wird. Zu Tausenden liegen die Quallen in den stehenden Gewässern und bewegen ihre Mundarme im Wasser, wobei sie durch Zusammenziehungen des Schirmrandes immer wieder plankton- und sauerstoffreiches Wasser heranziehen. Bis zu zwanzig Pulse je Minute sind ihnen möglich. In der Schirmgallerte hausen unzählige symbiontische Algen (Zooxanthellen), die sicher durch ihre Sauerstoffproduktion mithelfen, daß die Qualle in dieser

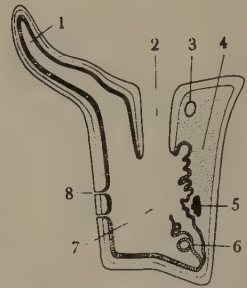
Umgebung überhaupt leben kann. Unter Umständen ist dadurch erst die Rückkehr zum »Polypendasein« in solchen unwirtlichen Mangrovensümpfen möglich geworden. Nur bei starken Störungen hebt sich *Cassiopeia* vom Untergrund weg, schwimmt über kurze Entfernungen und legt sich dann gleich wieder nieder. Über die Entwicklung vom Ei bis zum Scyphopolypen ist bis heute nichts bekannt; dagegen hat man festgestellt, daß der Polyp jeweils nur eine einzige Ephyralarve in jeder Strobilationszeit ausbildet.

Betrachtet und befühlt man den gallertigen Schirm der Wurzelmundqualen, so ist man nicht verwundert, daß auch diese Formen im Fernen Osten gegessen werden. Es handelt sich meist um Vertreter der Gattung *Rhopilema*; so wird zum Beispiel in China die ganze *Rhopilema esculenta*, in Japan hingegen nur deren Schirm genossen. Man konserviert die Quallen entweder mit Kochsalz und Alaun oder legt sie zusammen mit den Blättern einer Eichenart (Kashiwa-Eiche) ein. Vor dem Genuß weicht man die Medusen wieder ein, wäscht sie, schneidet sie schließlich in kleine Stücke, würzt und serviert sie. Das Erzeugnis soll unseren Salzgurken ähneln. Oft verwendet man Wurzelmundqualen auch als Fischköder; dadurch erscheint die Theorie der »jungfischbeschützenden« Qualle doch recht fraglich.

Mit gut 6500 Arten bilden die BLUMENTIERE (Anthozoa) die umfangreichste Klasse der Hohltiere. Auch dem Laien sind diese Formen am ehesten bekannt; denn Seerosen, Seenelken und andere Großformen kann man heute in fast jedem Schauaquarium bestaunen. Ebenso sind vielen Menschen die Edelkorallen und die Steinkorallen vertraut. Beim Betrachten farbiger Abbildungen oder beim Beobachten dieser Tiere unter Wasser begreift man, weshalb sie den anschaulichen Namen »Blumentiere« tragen. Sie leben ausschließlich im Meer entweder als Einzelpolypen oder zu Kolonien vereinigt; Medusen treten nicht mehr auf. Die Polypenform pflanzt sich sowohl geschlechtlich als auch ungeschlechtlich fort. Der Körper des Blumenpolypen ist mehr oder weniger zylinderförmig und trägt an seinem Mundpol ein bis mehrere Tentakelkränze. Sein Magenraum wird durch mindestens vier Scheidewände (Mesenterien) in Nebentaschen unterteilt. Fortsätze führen auch in die Tentakel. Das seitlich zusammengedrückte Mundrohr ist sehr tief in den Magenraum eingesenkt. Die Scheidewände, deren Zahl für die systematische Gliederung der Blumentiere von Bedeutung ist, sind eine Faltenbildung der Innenhaut, der Hohlraum zwischen den Faltenblättern ist mit zellhaltiger Mesogloea (s. S. 176) angefüllt. Auf einer Seite bilden Längsmuskeln eine Art Wulst. Die freie Kante ist wulstartig verdickt und meist stark gefältelt, da sie länger ist als die eigentliche Scheidewand. Diese als Mesenterialfilament bezeichnete Kante enthält ziemlich gehäuft Ferment- und Aufsaugungszellen; nur hier findet die Verdauung und Aufnahme der Nährstoffe statt.

Verschlingt ein Blumentier eine Beute, so wird sie von den überaus beweglichen Filamenten lückenlos eingehüllt und aufgelöst. Zwischen den Filamenten und den Längsmuskeln bilden sich am Grunde des inneren Keimblattes Geschlechtszellen, die bei der Reife in den Magenraum ausgeschieden werden. Die Scheidewände sind an der Rumpfwand, der Fuß- und Mund-

Klasse Blumentiere



Schnitt durch einen Blumentier-Polypen. 1 Tentakel, 2 Schlundrohr, 3 Ringkanal, 4 Mesenterium, 5 Keimdrüsen, 6 Akontie, 7 Magenraum, 8 Poren.

scheibe und teilweise auch am Mundrohr festgewachsen. Wie schon geschildert, dienen die Magentaschen, welche die Scheidewände bilden, nicht der Verdauung, sondern der Atmung, dem Nährstofftransport und unter Umständen auch der Brutpflege. Der Wasserstrom, der vom einen Mundrohrwinkel durch die Taschen zum anderen Mundrohrwinkel kreist, wird durch schlagende Wimpern erzeugt. Die Muskulatur der Rumpfwandung besteht aus Längsmuskeln der Außenhaut und Ringmuskeln der Innenhaut. Sie ist je nach Art mehr oder weniger stark ausgebildet. Über den ganzen Körper verstreut finden sich Sinneszellen; Sinnesorgane fehlen hingegen vollständig. Reize werden durch ein Nervenetz der Außenhaut und der Innenhaut weitergeleitet.

Wir unterscheiden zwei Unterklassen: 1. Sechsstrahlige Korallen (Hexacorallia), 2. Achtstrahlige Korallen (Octocorallia; s. S. 245). Hinzu kommen noch zwei ausgestorbene Unterklassen: die den Achtstrahligen Korallen nahestehenden Bödenkorallen (Tabulata; s. S. 177) und die als Vorläufer der Sechsstrahligen Korallen aufgefaßten Runzelkorallen (Rugosa; s. S. 177).

Unterklasse

Sechsstrahlige Korallen

Die verschiedenen Seerosen und Seeanemonen, die man in Aquarien bestaunt, die winzigen Korallenpolypen, die ganze Inseln aufbauen, und die bäumchenförmigen, an Achtstrahlige Korallen erinnernden oder flachen, krustenförmigen Korallenkolonien gehören zu der recht uneinheitlichen Unterklasse der SECHSSTRAHLIGEN KORALLEN (Hexacorallia), die über viertausend Arten umfaßt. Man findet darunter einzellebende und kolonienbildende Arten, solche mit und ohne kalkige Skelettbestandteile. Wie der Name schon sagt, herrscht die sechsstrahlige Symmetrie vor; es finden sich also sechs Scheidewände und sechs Magentaschen oder ein Vielfaches davon. Selten hingegen ist fünfstrahlige Symmetrie. Die Tentakel sind fast ausnahmslos gefiedert. Fünf Ordnungen: 1. Aktinien oder Seerosen (s. unten), 2. Steinkorallen (s. S. 226), 3. Dörnchenkorallen (s. S. 234), 4. Zylinderrosen (s. S. 235), 5. Krustenanemonen (s. S. 236).

Ordnung

Aktinien, Seerosen oder Seeanemonen

Der Körper der AKTINIEN, SEEROSEN oder SEEANEMONEN (Ordnung Actinaria) ist von gedrungener bis schlanker zylindrischer Form, oft lebhaft gelb, grün, rot, blau, ja sogar mehrfarbig getönt. Die Tentakel stehen in ein oder mehreren Kreisen um die Mundöffnung. Sie sind hohl, wobei die Tentakelhöhlung mit dem Magenraum in Verbindung steht. Meist kann der Polyp mit einer Fußscheibe ungemein fest auf der Unterlage haften. Die Rumpfwand ist fast durchweg ziemlich dick und enthält eine gut ausgebildete zellhaltige Mesogloea (s. S. 176). Kräftige Ringmuskeln der Innenhaut können im Zusammenspiel mit Längsmuskeln der Scheidewand die Körperform und Größe sehr stark verändern. Das wohlausgebildete Nervensystem ermöglicht ein rasches Zusammenziehen auf Berührungsreize. Außer Sinneszellen auf den Tentakeln und in der Nähe des Mundes finden sich keine Sinnesorgane. Die Mesenterien (Scheidewände oder Septen) sind stets zu Paaren gruppiert; von den ersten zwölf, den Protomesenterien, heftet sich je ein Paar an der Schmalseite des Mundrohres fest und bildet eine Magentasche, die als Richtungsfach bezeichnet wird. Die übrigen Scheidewände heften sich ebenfalls am Mundrohr fest und lassen weitere Magentaschen entstehen, die Innenfächer genannt werden, wenn die Längsmuskelschicht der Scheidewände

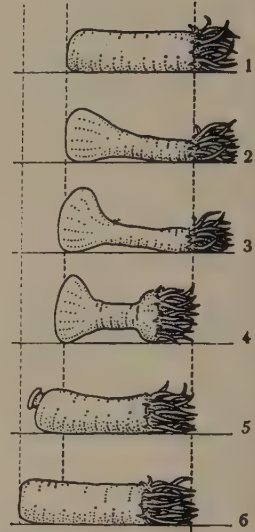
in ihrem Raum liegt. Andernfalls sind es Zwischenfächer. Im Verlauf des Wachstums bildet das Tier weitere Scheidewandpaare (Metamesenterien), und zwar immer in den Zwischenfächern. Sie umschließen wiederum ein Innenfach, über dem sich nach kurzer Zeit ein Tentakel ausstülpt. Diese und die in der Folge sich bildenden Scheidewände sind immer schmäler als die ersten; sie erreichen also das Mundrohr nicht mehr.

Die meisten Seeanemonen sind getrenntgeschlechtlich. Männliche Tiere stoßen die Samenfäden durch den Mund, die Tentakelspitzen und die Rumpfporen aus; gelegentlich beobachtet man auch in Aquarien die abgehenden »Wolken« von Samen. Je nach der Art kann die Besamung im Magenraum des weiblichen Tieres oder frei im Wasser erfolgen. Bei bestimmten Arten kommt es sogar zu Brutpflege. So entläßt die PURPURROSE (Gattung *Actinia*; Abb. S. 277) kleine Polypen mit zwölf Tentakeln aus ihrem Innern. Die meisten Arten haben jedoch eine frei schwimmende Actinularve, die ein bis zwei Wochen planktonisch lebt und sich dann festsetzt.

Seerosen kommen in allen Meeresgebieten vor, von der Gezeitenzone bis in zehntausend Meter Tiefe. Verschiedene Arten ertragen auch stundenlanges Trockenliegen bei Ebbe und stark schwankenden Salzgehalt, zum Beispiel Regenfälle zur Ebbezeit; »Spezialisten« bewohnen sogar Brackwasser. Obwohl ein großer Teil der Seerosen festsitzt, können einige doch, beispielsweise durch wellenförmige Bewegungen der Fußscheibe, den Ort wechseln; allerdings bleibt diese Leistung mit einigen Zentimetern je Stunde recht bescheiden. Eine Pferdeaktinie vermag bis fünfzig Zentimeter je Tag zurückzulegen. Spannerartige Fortbewegungen wie beim Süßwasserpolyphen wurden auch beobachtet. *Aiptasia* (Abb. S. 271) kriecht auf dem Rumpf liegend durch das Zusammenspiel folgender Bewegungen: In der Nähe der Tentakelkrone zieht sich die Ringmuskelschicht zusammen, die sich dann langsam gegen die Fußscheibe hin verlagert. Dadurch wird Körperflüssigkeit in den dem Mund abgewandten Teil gepreßt, so daß er sich blasenförmig erweitert und den Körper etwas verlängert. Nun heftet sich das Tier mit dem Rand der Fußscheibe auf der Unterlage fest; Längsmuskeln der Scheidewände ziehen sich zusammen; damit wird die Tentakelkrone gegen die Fußscheibe hin gezogen und ein »Schritt« ausgeführt.

Selbst richtiges Schwimmen durch rhythmisches Schlagen der Tentakel konnte bei einigen Arten beobachtet werden. In diesen Zusammenhang gehört auch das Fluchtverhalten, das *Stomphia carneola* bei Annäherung von Feinden, zum Beispiel Seesternen oder Nacktschnecken (*Aeolidia papillosa*; s. Band III, S. 134), zeigt. Sobald diese Aktinie von einem Feind berührt wird, löst sie sich vom Untergrund los und schnellt davon. Dabei klappt sie den Körper in der Minute bis vierzigmal abwechselungsweise U-förmig nach links und rechts zusammen. Dieses Verhalten kann sogar durch Hautextrakte der Feinde hervorgerufen werden.

Die Nesselzellen der Seeanemonen, die bei einigen Arten auch die menschliche Haut durchdringen können, sind meist auf den Tentakeln angehäuft. Bei der Gruppe der ACONTIARIEN (Acontiaria) sind Batterien von Nesselkapseln auf besonderen Fäden (Akontien) angereichert, die am Grunde der Scheidewände ansetzen und durch Zusammenpressen des Körpers durch den Mund



Kriechbewegung bei *Aiptasia*: 1 Ruhestellung, 2 Flüssigkeit wird in den Fuß gepreßt, 3 Festhalten mit dem Rand der Fußscheibe, 4 Nachziehen des Tentakelkranzes, 5 Flüssigkeit wird durch Zusammenziehung der Fußmuskulatur zurück verlagert, 6 Ruhestellung.

oder durch besondere Rumpfporen ausgeschleudert werden können. Auch die blauen, nesselkapselhaltigen Randsäckchen bei der Purpurrose, die zwischen dem äußersten Tentakelkranz und der Rumpfwand sitzen, dienen der Verteidigung. Falls eine Artgenossin während ihrer Wanderung einer Purpurrose zu nahe kommt, drückt diese die Randsäckchen an den Körper der »unerwünschten Nachbarin«. Die Haut der Säckchen bleibt an der Wettbewerberin hängen und verursacht einen Gewebeerfall; wenn der Eindringling nicht wegrückt, kann er sogar durch Einsatz weiterer Bläschen zum Absterben gebracht werden.

Trotz dieser verschiedenen Schutzmaßnahmen werden Seerosen und Seeanemonen von allerlei Tieren als Futter angenommen, so von Hinterkiemenschnecken (Opisthobranchia; s. Band III, S. 53), Sonnensternen (Asteroidea; s. Band III, S. 361), Asselspinnen (Pantopoda; s. 15. Kap.) und Fischen, wie Flundern, Schellfischen und Aalen. Die Seerosen selbst leben nur von tierlicher Kost, wobei sie sich auf zweierlei Art ernähren: als »Fänger« (*Actinia*, *Tealia* [Abb. S. 200], *Calliactis*, *Anemonia* u. a.) und als »Teilchenesser« (z. B. *Sagartia*, *Gonactinia*, *Halcampa*). Die ersteren fangen mit ihren kräftigen Tentakeln, die viele starke Nesselkapseln besitzen, Beutestücke aus ihrem Umkreis. Sie packen die Opfer, lähmen sie und bringen sie zum Mundrohr; man fand im Magenraum solcher Arten neben Fischen auch Reste von Weichtieren und Krebschen. Die Angehörigen der zweiten Ernährungsgruppe begnügen sich mit Kleinlebewesen; stoßen solche »Teilchen« an die Seerose an, so werden sie in Schleim gepackt und von der Wimperbewegung zum Mund gebracht. Nicht nur lebende, sondern auch tote Stoffe dienen als Kost. Die Seeanemonen können jedoch sehr gut zwischen organischem wertbarem Futter und anorganischen Teilchen unterscheiden. Die Verdauung geht dank sehr starker Fermente (Proteasen) sehr rasch vonstatten; schon nach kurzer Zeit werden unverdauliche Reste durch den Mund ausgestoßen.

Viele Seerosen beherbergen symbiontische Algen (Zooxanthellen), deren Bedeutung allerdings bis heute nicht restlos geklärt ist. Die Färbung der Seeanemonen beruht jedoch meist nicht auf diesen Algen (Ausnahme z. B. Wachse-rose; s. S. 225), sondern auf Farbstoffen aus der Gruppe der Karotinoide. Da diese orangefarbenen Karotinoide je nach Bindung mit verschiedenen Eiweißkörpern auch grün und blau werden können, ist die Färbung nicht besonders einheitlich und kann sogar innerhalb der Art stark verschieden sein.

Lebensgemeinschaften mit Krebsen und Fischen

Besonders bemerkenswert sind die Lebensgemeinschaften, die verschiedene Aktinien mit Krebsen und Fischen eingehen. Manche Einsiedlerkrebse in den Meeresaquarien, die ihren ungepanzten Hinterleib in Schneckenhäusern bergen, schleppen auf ihrer Behausung auch Seeanemonen umher. Wie genauere Beobachtungen zeigen, sind dabei verschiedene Abhängigkeitsstufen des Zusammenlebens von Krebsen und Aktinien festzustellen. Verhältnismäßig locker ist die Bindung zwischen EINSIEDLERSEEROSE oder SCHMAROTZERSEEROSE (*Calliactis parasitica*; Abb. S. 202) und Augenflecken-Einsiedlerkrebs (*Pagurus arrosor*) oder Bernhard-Einsiedlerkrebs (*Pagurus bernhardus*). Die Einsiedlerseerose kann ohne weiteres als einzeln lebendes Tier auf Steinen, leeren Schnecken- oder Muschelschalen leben; nur ganz selten

setzt sie sich auf einer Schale fest, die noch von einer Schnecke bewohnt ist. Legt man eine abgelöste Einsiedlerseerose auf irgendeine Unterlage, so beginnt sie umgehend, sich mit einer Kante der Fußscheibe festzuhalten. Durch das Zusammenspiel verschiedener Muskeln und mit Hilfe von Klebeabsonderungen gelingt es ihr, schließlich den ganzen Fuß aufzusetzen und sich aufzurichten. Das Festsetzen auf einer vom Krebs bewohnten Schale geschieht ganz anders und wesentlich verwickelter. Zuerst »betastet« die Seeanemone mit ihren Tentakeln eingehend das Schneckenhaus; einige heften sich — wahrscheinlich mit Klebekapseln — schon auf der Oberfläche fest, so daß die Einsiedlerseerose vom Krebs mitgeschleppt wird, falls er sich fortbewegen sollte. Einige Minuten später legt sich die ganze Mundscheibe auf das Schneckenhaus; erst dann beginnt die Seerose durch Krümmung des Körpers die Fußscheibe auf das Gehäuse zu setzen. Wenn sie vollständig festsetzt, lösen sich Mundscheibe und Tentakel los, und sie nimmt ihre normale Haltung ein. Der ganze Vorgang dauert zwischen fünfzehn und dreißig Minuten.

Früher nahm man an, daß der Einsiedlerkrebse die Seeanemone durch »Kneifen« zum Loslösen und zum Übergang auf das Schneckenhaus anrege. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß der Krebs hierzu nichts beiträgt und der Vorgang ausschließlich von der Seeanemone ausgeht; denn sie besiedelt nicht nur vom Krebs bewohnte Gehäuse, sondern auch leere. Bis acht Schmarotzerseerosen können auf einer Schale sitzen. Der Krebs besitzt so einigen Schutz vor Feinden; doch ich habe beobachten können, daß in einem Aquarium mit sehr vielen Einsiedlerkrebsen die Schmarotzerseerosen unter Umständen versucht haben, lebende Krebse zu erbeuten. Umgekehrt verzehren die Krebse manchmal auch die Aktinien. Beim Beziehen einer größeren Schale läßt der Krebs die Seeanemonen zurück; es ist also ein Zufall, wenn die Seeanemone durch eigene Tätigkeit den Wohnungswechsel mitmacht.

Seeanemone und
Einsiedlerkrebse

Vollständig verschieden sind die Beziehungen der MANTELAKTINIE (*Adamsia palliata*) zum Anemoneneinsiedler (*Eupagurus prideauxi*). Er trägt regelmäßig nur eine Anemone auf seinem Gehäuse. Auf bisher unbekannte Weise setzt sich die junge Aktinie auf der Unterseite eines von einem jungen Einsiedlerkrebse bezogenen Schneckenhauses fest. Ihre Fußscheibe vergrößert sich sehr stark und umwächst das Schneckenhaus vollständig, so daß von der Schale kaum mehr etwas zu sehen ist. Die Mundöffnung mit dem Tentakelkranz ist nach unten und vorn gerichtet; sie befindet sich direkt hinter der Mundöffnung des Krebses. Wächst der Krebs heran, so wächst auch die Aktinie, und ihre verhornte Fußscheibe bildet um den Krebseörper einen röhrenartigen Mantel (daher der Name »Mantelaktinie«). Somit braucht der Krebs seine Wohnung nicht zu wechseln. Oft wird der Kalk des ursprünglich bewohnten Schneckenhauses aufgelöst; von der ursprünglichen Wohnung ist dann nichts mehr vorhanden. Obwohl sich der Einsiedlerkrebse nicht mehr vollständig in seine Behausung zurückziehen kann, scheint er von den Nesselzellen der Tentakel und vor allem den Nesselfäden (Akontien) wohl geschützt zu sein; er wird nämlich kaum von Fischen angegriffen, ja sogar Kraken sollen sich nach einer Berührung mit der schutzbietenden Aktinie sogleich zurückziehen und auf den darin hausenden Leckerbissen

Die Mantelaktinie

verzichten. Dies ist erstaunlich, denn der Anemoneneinsiedler wird — seiner Behausung beraubt — massenhaft als Angelköder verwendet. Verläßt der Krebs freiwillig oder unfreiwillig das Gehäuse, so geht die Mantelaktinie nach kurzer Zeit zugrunde.

Es scheint, daß auch andere Krebse den Wert schützender Aktinien erkannt haben; so lösen Krabben der Gattung *Melia*, die im Indischen Ozean heimisch sind, Aktinien (vor allem *Bunodopsis*) vom Untergrund los und tragen je eine in ihren Scheren mit sich herum. Werden sie von einem Feind angegriffen, so halten sie ihm die sehr stark nesselnden Aktinien entgegen. Im übrigen benutzen diese Krebse ihre Scheren nie als Waffe oder zum Ergreifen von Beute, sondern eigentlich nur als Träger der Nesseltiere.

Riesenaktinien und Anemonenfische

Anders geartet ist die Symbiose zwischen bestimmten Fischen und RIESENAKTINIEN (Gattung *Stoichactis*) der tropischen Meere. Es sind Fische der Gattungen *Premnas* und *Amphiprion* (s. Band V, S. 145), die paarweise oder gelegentlich mit Jungfischen ein verteidigtes Gebiet um »ihre Aktinie« abgrenzen; sie entfernen sich je Artzugehörigkeit ein paar Dezimeter bis höchstens vier Meter von ihr weg. Bei Gefahr verstecken sie sich sofort in den langen fleischigen Tentakeln, die für andere Tiere den sicheren Tod bedeuten. Diese »Anemonenfische« kleben geradezu im Tentakelwald; wenn man sie ihrer Aktinie beraubt, so fallen sie in kurzer Zeit Raubfischen zum Opfer. Manche Probleme des Zusammenlebens von Aktinien und Fischen sind vorläufig noch nicht geklärt, und viele Biologen versuchen sie zu lösen.

Einige wenige Aktinien sollen noch kurz erwähnt werden. Eine der primitivsten Formen ist *Gonactinia prolifera*, die im Atlantik und im Mittelmeer bis in Tiefen von fünfundsiebzig Meter vorkommt. Sie zählt zu den wenigen Arten, die sich durch Querteilung ungeschlechtlich fortpflanzen. Außerdem ist sie sehr beweglich; denn sie kann sowohl durch Schlagen der Tentakel als auch durch Ausstoßen von Wasser durch die Mundöffnung schwimmen und auf der Fußscheibe und der Mundscheibe kriechen. Bis zum Tentakelkranz im Sand eingegraben, leben die fußscheibenlosen Aktinien der Gattungen *Edwardsia* und *Peachia*, die auch in den europäischen Meeren vorkommen. Weltweit verbreitet und in der Gezeitenzone oft in großer Zahl anzutreffen ist die PURPURSEEROSE oder PFERDEAKTINIE (*Actinia equina*). Die EDELSTEINROSE (*Bunodactis verrucosa*; Abb. S. 201 u. 271) aus dem Atlantik und dem Mittelmeer hat auf der Rumpfwand viele Saugwarzen, mit denen sie Sandkörnchen und kleine Muscheltrümmer festhält; wahrscheinlich tarnt sie sich damit. Sie ist lebendgebärend und läßt sich gut im Aquarium halten; man ist überrascht, wenn dort eines Tages Dutzende kleiner Aktinien erscheinen. Im Mittelmeer kann man in Ufernähe an Felswänden und Blockfeldern, die dem Licht ausgesetzt sind, massenhaft WACHSROSEN (*Anemonia sulcata*; Abb. S. 271) finden. Ihre langen Tentakel, die sich nur wenig zusammenziehen, wogen oft gleich Grashalmen im Wasser. Es empfiehlt sich, den Tieren nicht zu nahe zu kommen, denn die Tentakel nesselnd sehr stark und reißen leicht ab. Symbiotische Algen sorgen für die gelbbraune bis grüne Färbung; wenn sie fehlen, kann die Wachsrose fast weiß sein. Oft liegt ein violetter Schimmer über den Tentakeln, besonders an deren Spitzen.

Lebendgebärende Edelsteinrose

Weit verbreitet ist auch die SONNENROSE oder das SEEMANNSLIEBCHEN

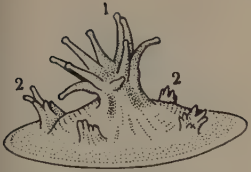
(*Cereus pedunculatus*; Abb. S. 202); diese Seerosen haften sehr fest auf dem Untergrund und können nur selten unbeschädigt losgelöst werden. Über siebenhundert Tentakel umsäumen in mehreren Reihen das Mundfeld. Eine der elegantesten Formen ist die SEENELKE (*Metridium senile*; Abb. S. 199 u. 271), die im Atlantik, in der Nordsee und der westlichen Ostsee in Küstennähe bis etwa hundert Meter Tiefe vorkommt. Auf einem schlanken Körper bis zu dreißig Zentimeter Höhe sitzen über tausend kleine zarte Tentakel dicht nebeneinander, die eine Krone von gut zwanzig Zentimeter Durchmesser formen. Der Polyp kann weiß, gelb, hell- bis dunkelrot, kobaltblau, aber auch braun sein; die Tentakel sind meist etwas heller. Stehen einige dieser Aktinien eng beieinander, so entsteht unwillkürlich der Eindruck eines prächtigen Nelkenstraußes. Seenenelken fangen keine größeren Fische, sondern nehmen nur Kleinlebewesen zu sich, die an ihre Tentakel stoßen.

Die Ordnung der STEINKORALLEN (Madreporaria) umfaßt über 2500 meist stockbildende Arten von ähnlichem Bau wie die Aktinien. Von den Seerosenverwandten unterscheiden sie sich hauptsächlich dadurch, daß die Fußscheibe des Steinkorallenpolypen ein Außenskelett abscheidet. Die Polypen bleiben meist sehr klein (1–30 mm); eine Ausnahme bildet die zu den Pilzkorallen gehörende Gattung *Fungia* (rund 25 cm Durchmesser). Steinkorallen haben einen zarter gebauten Körper als die Aktinien. Ihre Rumpfmuskulatur ist schwach ausgebildet, ebenso die Längsmuskulatur der Scheidewände und der Mittelgallerte. Das Skelett, dessen Entstehung recht kompliziert ist, wird in Form des faserigen Aragonits (eines dem Kalkspat verwandten Minerals) abgeschieden; 98 bis 99,7 v. H. davon bestehen aus Kalziumkarbonat. Beim jungen Polypen sondert die Außenhaut der Fußscheibe zuerst eine Grundplatte aus Kalk ab. Dann bilden sich sechs strahlig verlaufende Grate (Sklerosepten), welche die Fußscheibe in den Magenraum einstülpen. Sie kommen jeweils in die Magentaschen zu liegen, die von den ersten Mesenterialfilamenten (s. S. 220) geformt werden; später folgt eine zweite Serie von Sklerosepten, die sich zwischen die ebenfalls entstandenen Scheidewände einschieben. Beim nächsten Bildungsschritt entwickeln sich gleich zwölf Sklerosepten auf einmal zwischen den schon vorhandenen. Von diesem Augenblick an kann eine Gesetzmäßigkeit nicht mehr eindeutig festgestellt werden.

Am Rand der Sklerosepten entsteht gleichzeitig ein Ringwall (Theca), der ihre äußeren Kanten miteinander verbindet. Diese Kalkbildungen wachsen nun regelmäßig in die Höhe, so daß der vom Polypen bewohnte Kelch ziemlich tief wird. Aus diesem Grunde formt sich von Zeit zu Zeit ein Querboden (Dissepiment oder Tabula), der sich von außen her wie eine Irisblende schließt und damit den unteren Abschnitt des Polypen vom oberen vollständig abtrennt. Das im unteren Abschnitt liegende Gewebe stirbt in der Folge ab. Die Magenräume der einzelnen Polypen stehen nicht wie bei den Achtstrahligen Korallen unmittelbar miteinander in Verbindung, sondern nur noch über das lebende Gewebe, das den Korallenstock lückenlos überzieht. Deshalb findet übrigens auch in den polypenfreien Abschnitten der Kolonie ein Wachstum in die Breite statt.

Die Geschlechtsverhältnisse bei Steinkorallen sind nicht einheitlich; es

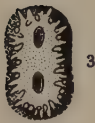
Ordnung
Steinkorallen



»Extratentakuläre Sprossung«. 1 Primärpolyp, 2 Sekundärpolypen.

kommen sowohl Zwitter als auch getrenntgeschlechtliche Arten vor. Im Magenraum des Weibchens oder des Zwitter werden die Eier besamt; dort reifen auch die Planularlarven heran. Sie werden oft in solch riesigen Mengen durch das Mundrohr ausgestoßen, daß sie fast wolkenartig im Wasser treiben. Ihre Eigenbewegung ist mit vierzehn Zentimeter in der Minute recht bescheiden. Während ein bis acht Wochen treiben die Larven im Wasser umher, bis sie sich festsetzen und zu einer neuen Kolonie heranwachsen. Die riesigen Korallenmassive entstehen jedoch durch Knospung, also durch ungeschlechtliche Fortpflanzung. Manchmal können die einzelnen Stücke aus Millionen von Einzeltieren bestehen, sind aber aus einer einzigen winzigen Planularlarve hervorgegangen.

Das Erscheinungsbild einer Korallenkolonie wird durch zwei Knospungstypen entscheidend geprägt. Im einen Fall entstehen die Knospen innerhalb der Tentakel (»intratentakuläre Sprossung«), im anderen Fall außerhalb (»extratentakuläre Sprossung«). Bei der extratentakulären Sprossung schwimmt die birnenförmige, rund zwei Millimeter lange Planula frei umher. Sie besitzt bereits eine Mundöffnung sowie sechs Scheidewände und bereits Nesselzellen. Innerhalb von vierundzwanzig Stunden setzt sie sich auf dem Untergrund fest und hat nach weiteren vierundzwanzig Stunden bereits eine Grundplatte und die ersten Sklerosepten (s. S. 226) gebildet. Dann formen sich die zwölf Tentakel, und der Polyp wächst heran. Am Grund des Rumpfes entwickeln sich vier Erhebungen innerhalb von drei Wochen zu Tochterpolypen, die ein vollständiges Skelett aufgebaut haben. An der Basis der Tochterpolypen bilden sich Tochterpolypen zweiten Grades und so weiter, so daß nach elf Monaten bereits eine Kolonie von zwanzig bis dreißig Einzeltieren entstanden ist. Je nach der Art, wie die Grundscheiben der Tochterpolypen ausgerichtet sind (gleich wie die des Mutterpolypen oder in einem gewissen Winkel zu ihm), bilden sich krustenförmige Kolonien, oder es entsteht ein senkrecht oder schräg nach oben in die Höhe strebender Korallenast wie zum Beispiel bei den BAUMKORALLEN (Gattung *Acropora*).



»Intratentakuläre Sprossung« (schematisiert): 1 Mutterpolyp, 2 Auswachsen des Mutterpolypen in einer Richtung, Mundöffnung des Tochterpolypen angedeutet, 3 Mundöffnung des Tochterpolypen eingesenkt, 4 beginnende Einschnürung und Abtrennung des Tochterpolypen.

Verwickelter ist der Vorgang der intratentakulären Sprossung: Bei ihr wird der Tochterpolyp innerhalb des Tentakelkranzes und der Mundscheibe des Mutterpolypen gebildet. Dessen Weichkörper wächst einseitig in die Breite, so daß er einen ovalen Querschnitt erhält. Das anfänglich noch runde Skelett folgt diesem Wachstum in höher gelegenen Abschnitten und wird ebenfalls oval. Dabei ergeben sich natürlich Unregelmäßigkeiten in bezug auf die Scheidewände; die an der Grenze des dazugewachsenen Abschnitts liegenden Scheidewände biegen in Richtung des zweiten Brennpunkts der Mundscheibe ab. Nun stülpt sich in dieser Gegend ein zweites Mundrohr ein, und zwischen den beiden Mundöffnungen kann zunehmend eine Einschnürung entstehen, die erst die Bildung zweier getrennter Mundscheiben und schließlich sogar zweier getrennter Polypen zur Folge hat. Das Skelett dieser Polypen läßt aber ihre Entstehungsgeschichte erkennen, da es kein normales Skleroseptensystem mehr besitzt; dadurch unterscheidet es sich grundsätzlich von dem durch extratentakuläre Sprossung entstandenen Kalkgebilde.

Bei manchen Arten unterbleibt die Trennung in frei stehende Mutter-

und Tochterpolypen. Folgen sich Teilungen auf Teilungen, so entsteht eine mäanderartig gewundene, bandförmige Mundscheibe, in die längsovale Mundöffnungen eingesenkt sind. Eine oder mehrere Reihen von Tentakeln umsäumen die Mundscheibe. Die Kalkkelche benachbarter Polypenreihen verschmelzen miteinander, so daß typische Grate entstehen, zwischen denen die parallel ausgerichteten paarigen Sklerosepten in ununterbrochener Reihe zu sehen sind — ein Beweis dafür, daß die durch Knospung entstandenen Polypen innerhalb einer Reihe nicht durch Këlbwände voneinander getrennt sind. Das Skelett wird durch diese mäanderartigen Kalkbänder eigenartig geformt; es erinnert an die Windungen eines Säugerhirns. Neben dem Namen »Mäanderkorallen« haben sich deshalb auch die Bezeichnungen »Hirnkorallen« oder »Neptungehirne« eingebürgert. Trennen sich die Polypen vollständig voneinander, so entsteht ein Kalkklotz mit vielen einzelnen Polypenkelchen, dessen Bild zur Bezeichnung »Sternkoralle« geführt hat.

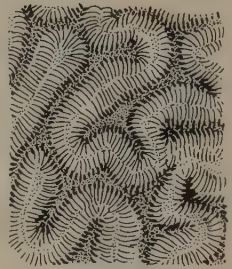
Neben der besonderen Wuchsform der betreffenden Art sind natürlich auch äußere Umstände an der Gestaltung einer solchen Korallenkolonie maßgeblich beteiligt. Grundsätzlich unterscheidet man: 1. krustenförmigen Wuchs, 2. Wachstum in Form waagrecht oder senkrecht gestellter Platten, 3. eiförmige oder halbkugelige Brocken und Pilzform, 4. baum- oder strauchartig verästelte Kolonien, die je nach ihrem Standort die größten Veränderungen in der Wuchsform erfahren. Zart und feinverästelt sind sie in Stillwasser, derb und stammartig in bewegtem Wasser, krustenförmig in der Brandungszone. Dies konnte man durch einen Versuch mit der Baumkoralle eindeutig nachweisen. Diese Koralle bildet auf den wellengepeitschten Kanten des Riffs Krusten oder dicke Kuppen. Schlägt man dort ein Stückchen los und verpflanzt es in ruhiges Wasser, so wachsen die rundlichen Krusten plötzlich in die Höhe und verzweigen sich. Selbst am gleichen Stock können sich je nach der Hanglage beide Wuchsformen ausbilden — ein Beweis, daß es sich um ein und dieselbe Art handelt. Ebenso sind Alter und Wachstum von verschiedenen Umständen abhängig.

Wachstumsversuche in größerem Umfang hat Ende der zwanziger Jahre C. M. Yonge vor der australischen Küste im Gebiet des Großen Barriereriffs unternommen. Er löste kleine Korallenstöcke vom Untergrund los und zementierte sie auf vorbereiteten Betonklötzen fest. Dann wurden die Kolonien sorgfältig fotografiert und ausgemessen. Man versenkte die Blöcke für sechs Monate in bestimmte Meeresgebiete, holte sie danach an die Oberfläche, fotografierte sie erneut und verglich die Bilder mit denen, die zu Beginn des Versuchs gemacht worden waren. Yonge beschränkte sich allerdings auf ästig verzweigte Kolonien, die das stärkste Wachstum zeigen. Sie erreichten in der Zeitspanne von sechs Monaten reichlich das Doppelte ihrer ursprünglichen Größe. Einige der Literatur entnommenen Beispiele sollen die Wachstumsgeschwindigkeit ausführlicher belegen.

Auf einem im Jahre 1792 vor der amerikanischen Küste gescheiterten Schiff fand man 65 Jahre später eine Baumkoralle von rund fünf Meter Höhe. Saville-Kent, ein Pionier der Forschung im Barriereriff, hatte im Jahre 1890 eine Reihe von Korallen an der Südküste der Thursday-Inseln gemessen und fotografiert. Seine Angaben waren so genau, daß 23 Jahre später der For-



Skelett einer Sternkoralle (*Favia*). Die Polypen sind voneinander getrennt.



Skelett einer Hirnkoralle. Die Kelche der Einzelpolypen sind miteinander verschmolzen und bilden »Tentakelstraßen«. Die entstandenen Grate sind punktiert.

scher Dr. Mayor jene Korallen eindeutig wiedererkennen konnte; er fand dabei heraus, daß eine Hirnkoralle (*Symphyllia*) ihren Durchmesser von 75 auf 185 Zentimeter vergrößert hatte. Eine riesige Kolonie von *Porites* war im Jahre 1890 5,8 Meter breit, 23 Jahre später maß sie fast sieben Meter; das ergibt bei diesen ziemlich massigen Formen einen Zuwachs von beinahe fünf Zentimeter im Jahr. Verzweigte Korallen zeigen einen jährlichen Zuwachs von zehn bis zwanzig Zentimeter. Auf Bimsstein, der vom Ausbruch des Vulkans Krakatau (Indonesien) im Jahre 1883 stammte, fand man zwei Jahre später Korallenkrusten von zehn Zentimeter Mächtigkeit. Charles Darwin berichtete, daß im Persischen Golf auf einem kupfernen Schiffsboden innerhalb von zwanzig Monaten eine sechzig Zentimeter dicke Steinkorallenschicht abgelagert wurde, was einem jährlichen Zuwachs von 36 Zentimeter entspricht. Weinland machte an der Küste von Haiti folgende Beobachtung: Ästchen von *Madrepora alcidornis* ragten auch bei Flut 12,5 Zentimeter aus dem Wasser. Da der Meeresspiegel nur in den Monaten Dezember bis Februar so hoch stand, mußte Weinland annehmen, daß dort die Korallen einen Zuwachs von jährlich fünfzig Zentimeter haben.

Ähnliche Beispiele ließen sich noch in großer Zahl anführen. In Anbetracht dieses außerordentlichen Wachstums ist die Schifffahrt in Korallenriffgebieten natürlich großen Gefahren ausgesetzt; denn innerhalb weniger Jahre können sich riesige Riffe an Stellen bilden, die nach den Karten ohne weiteres befahrbar wären. In den Riffen der Andamanen-Inseln wurde 1887 die Tiefe eines Kanals mit zwölf Meter vermessen; 1924 war er noch ganze dreißig Zentimeter tief. Manches Wrack liegt daher in Riffgebieten, oft selbst wieder von dicken Korallenschichten bedeckt. Durchschnittlich wächst ein Riff jährlich 0,5 bis 2,8 Zentimeter — das ist beachtlich, wenn man sich vorstellt, daß der Kalk nur von der wenige Millimeter dicken Rindenschicht gebildet wird. Allerdings wachsen Korallen nicht regelmäßig, sondern in »Schüben«. Noch ist die Ursache solcher Schübe nicht eindeutig geklärt; doch man nimmt an, daß sie mit der Bildung der Zwischenböden in den Polypenkelchen zusammenhängt.

Riffkorallen

Die meisten Korallen brauchen zu ihrem Gedeihen eine feste Unterlage wie Fels oder Wracks; nur wenige können auch frei auf weichem Untergrund gedeihen, zum Beispiel die PILZKORALLEN (Gattung *Fungia*). In senkrechter Richtung finden sich Korallen vom Meeresspiegel bis hinunter in sechstausend Meter Tiefe. Riffkorallen, die auf die Anwesenheit von symbiontischen Algen (Zooxanthellen) in ihrem Körpergewebe angewiesen sind, können allerdings nur bis in Tiefen von weniger als vierzig Meter gut gedeihen; unterhalb dieser Grenze stellen sie das Wachstum ein und sterben ab rund neunzig Meter Tiefe allesamt ab. Dies ist durch die Tatsache begründet, daß die Zooxanthellen ihre Tätigkeit nur unter Lichteinfluß ausüben können. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, daß die Korallenkolonien ein nach dem Licht ausgerichtetes (fototropisches) Wachstum zeigen. Bringt man einen abgebrochenen Korallenast waagrecht im Wasser an, so wachsen die Zweigspitzen nach kurzer Zeit wieder senkrecht in die Höhe, so daß sich ein deutlicher Knick ergibt. Weiterhin beeinflussen Wellengang und Meeresströmung die Wachstumsrichtung. Die Kolonien wachsen diesen beiden Einflüs-

sen »entgegen«; denn durch sie wird Futter in Form von Kleinlebewesen herangeschafft.

Im Gegensatz zu den Feuerkorallen (s. S. 189), die zu den Hydrozoen gehören, nesseln die Steinkorallen weder Menschen noch Fische, noch größere Wirbellose; sie genießen also kaum Schutz durch die Nesselzellen, die hier nur im Dienste der Ernährung stehen. So bleibt ihnen bei Gefahr lediglich das völlige Zurückziehen in die Kalkkelche übrig. Allerdings haben sie auch nicht viele Feinde. Papageifische (s. Band V, S. 155) können freilich mit ihren kräftigen Kiefern ganze Korallenästchen abbeißen und als Futter verwerten. In neuester Zeit ist den Steinkorallen jedoch ein Feind erwachsen, der dermaßen stark in Erscheinung tritt, daß man mit dem Absterben weiter Riffgebiete rechnen muß. Es handelt sich um den Dornenkronen-Seestern (*Acanthaster planci*; s. Band III, S. 373), der plötzlich in Riesenscharen auftritt und Quadratmeter um Quadratmeter die lebende Rindenschicht vertilgt. Bis heute sind die Ursachen dieser Seesterneinwanderungen noch nicht eindeutig geklärt. Ursprünglich nahm man an, der Massenfang von Tritonshörnern (s. Band III, S. 86) — eines natürlichen Feindes dieser Seesterne — sei schuld daran; neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß es zumindest noch andere Ursachen dafür gibt.

Dornenkronen-Seesterne bedroht Steinkorallen

Die durch den Seestern heraufbeschworene Gefahr kann unter Umständen zu einer wirklichen Katastrophe führen. Korallenriffe schützen nämlich nicht nur die Inseln und das Festland vor starker Brandung und vor Sturzfluten; sie bilden auch das Lebensgebiet von Fischen und deren Nahrung. Wenn das Riff zerstört wird, geht somit eine der wichtigsten Nahrungsquellen der Inselbevölkerung verloren. Die ersten Schäden, die durch den Dornenkronen-Seestern an Korallen angerichtet wurden, hat man im Jahre 1963 im Roten Meer festgestellt. Riesige Schäden sind auf der Marianen-Insel Guam im Stillen Ozean entstanden; dort wurden neunzig vom Hundert eines dreißig Kilometer langen Riffs zerstört. Von dem rund zweitausend Kilometer langen Barriereriff sind zweihundert Kilometer geschädigt. Ein Schweizer Taucher hat mir Ende 1969 bestätigt, daß in der Gegend von Cairns (Nordqueensland) weite Gebiete des Riffes tot seien. Täglich verzehrt ein Dornenkronen-Seestern dreihundert bis vierhundert Quadratzentimeter Korallen. Danach bleiben nur noch tote Kalkstoffe übrig, die dann von Algen und anderem Aufwuchs überwuchert werden. Eine Wiederbesiedlung durch Korallenlarven ist dadurch sehr erschwert. Die täglich zerstörte Fläche scheint gering; wenn man aber berücksichtigt, daß auf hundert Quadratmeter Riff oft bis zu hundert Seesterne vorkommen, begreift man das Ausmaß der Schäden. Eine Bekämpfungsmethode wurde bis heute nicht gefunden.

Wer je Gelegenheit hatte, in einem Riff zu tauchen oder es von oben durch eine Taucherbrille zu betrachten, ist erstaunt, daß tagsüber die winzigen Polypen kaum zu sehen sind; sie entfalten sich erst bei Einbruch der Dunkelheit und ziehen sich gegen Morgen wieder in ihren kalkigen Ringwall zurück. Dieser Vorgang hängt mit dem Nahrungsangebot zusammen; nachts kommen sehr viele Schwebewesen — die ausschließliche Nahrung der Korallenpolypen — aus tieferen Schichten an die Oberfläche. Tentakel und Wimpern bringen die Kleinlebewesen zum Mund. Die »Tentakelfänger«

strecken ihren Körper weit aus und vergrößern dadurch den Magenraum, der ja durch die vielen Kalksepten und Scheidewände stark eingeengt ist. Stößt nun ein Opfer gegen die Tentakel, so wird es in der bei Nesseltieren üblichen Weise gefangen. Sind die Beutestücke so groß, daß sie im Magenraum keinen Platz haben, so stülpen sich die Mesenterialfilamente (s. S. 220) aus, umhüllen den freiliegenden Teil des Opfers und verdauen ihn außerhalb des Körpers. Manche Polypen nehmen ausschließlich kleinste Lebewesen zu sich. Diese »Mikrophagen« befördern die hängengebliebenen Tierchen durch Wimpernströmungen zu den Tentakeln oder direkt zum Mund. Pflanzliche Nahrungsbestandteile werden von den Fangarmen oder vom Mund zurückgewiesen. Korallen leben also von rein tierlicher Nahrung; sie wird außerordentlich rasch verdaut. Innerhalb von knapp zwölf Stunden hat der Polyp die verwertbaren Teile aufgenommen und die unverdaulichen Reste durch den Mund ausgestoßen.

Bedeutung der Algen

Die Rifffkorallen zeigen oft prächtige Farben; die Polypen können beispielsweise leuchtend rot, grün oder blau sein. Vorherrschend sind aber bräunliche, gelbliche und olivfarbene Töne. Diese Färbung ist auf die in der Innenhaut lebenden symbiontischen Algen (Zooxanthellen) zurückzuführen. Schon in einen Millimeter langen Planularlarven hat man über siebentausend winzige Algenzellen nachweisen können. Lange wurde über den Sinn und Zweck der Symbionten gerätselt; noch hat man die damit zusammenhängenden Fragen nicht restlos gelöst. Einige Umstände sind hingegen bekannt: Bei der Skelettbildung beteiligen sich die Algen wesentlich, denn sie binden das bei der Kalkbildung anfallende Kohlendioxyd (CO_2) durch ihre Assimilationstätigkeit. Wie Versuche gezeigt haben, bilden die von symbiontischen Algen bewohnten Korallen ein Mehrfaches der Kalkmenge, die von algenfreien Kolonien erzeugt wird. Andererseits liefern die Algen Sauerstoff, den die Korallen zur Atmung benötigen. Weiter scheinen die Algen sowohl Stoffwechselabfälle (Phosphor- und Stickstoffverbindungen) des Polypen zu verwerten als auch das Wachstum der Korallen durch hormon- und vitaminartige Stoffe zu fördern.

Ernährungsweise und symbiontische Algen haben übrigens die Zoologen einst zu gänzlich falschen Ansichten verleitet. Die ersten Forscher im Korallenriff fanden in den Mägen der Polypen nie Nahrung vor; sie fragten sich, wie die Tiere überhaupt leben könnten. Schließlich glaubten sie die Lösung gefunden zu haben: Die Algen, so meinten sie, fänden im Polypen sehr gute Wachstumsbedingungen, und als Gegenleistung würde der Polyp einen Teil der Algen zerstören und als Nahrung verwerten. Also eine in sich geschlossene Nahrungskette – die Korallenkolonie als Selbstversorger. Dann kamen Forscher auf die Idee, Polypen auch nachts zu untersuchen; jetzt fanden sie ihre Mägen prall gefüllt mit Plankton, bodenbewohnenden Krebschen und Würmern. Damit war dieses Rätsel gelöst.

Die systematische Gliederung der Steinkorallen ist sehr schwierig und beruht fast ausschließlich auf der Skelettbildung. In allen Meeren, also auch in kühlen Gewässern, sind einzeln lebende Korallenpolypen (Einzelkorallen) heimisch. Im Mittelmeer und im Atlantik finden wir Vertreter der NELKEN- oder KREISELKORALLEN (Gattung *Caryophylla*). Es sind ein bis drei Zentimeter

hohe, zierliche Kalkkelche, die sich auf Felswänden, Steinen und Muschelschalen ansiedeln. Die Polypen von *Caryophylla clavus* (Mittelmeer; Abb. S. 271) und *Caryophylla smithii* (Atlantik) haben dünne, farblos-durchsichtige Körper. Ist der Polyp eingezogen, so glaubt man ein Skelett vor sich zu haben. Durch Wasseraufnahme entfaltet sich das Wesen und streckt seine zwölf Tentakel, die an ihrem Ende eine knopfförmige Verdickung haben, mehr als einen Zentimeter über den Kelchrand empor. In Grotten und an überhängenden Felspartien sitzt im Mittelmeer die GELBE NELKENKORALLE (*Leptopsammia pruvoti*). Ihr Kelchgrund ist wesentlich breiter als bei den schon erwähnten Arten. Besonders fällt die leuchtend gelbe bis orangerote Farbe ihres Weichkörpers auf. Alle diese Korallen sind im Aquarium sehr gut zu halten.

Besonders bemerkenswert als Einzelpolyp ist die in warmen Meeren lebende PILZKORALLE (*Fungia fungites*). Aus der Planularlarve bildet sich erst der becherförmige Nährpolyp. Nachdem er eine bestimmte Größe erreicht hat, breitet sich der Mundabschnitt gleich einer sich entfaltenden Blüte aus; die Seitenwände wachsen nicht mehr in die Höhe, sondern nur noch in waagerechter Richtung. Schließlich lösen sich die Skelettbestandteile zwischen dem kelchartigen Polypengrund und der scheibenförmigen Mundpartie auf; die Scheibe wird von der Strömung weggetragen und beginnt — lose auf dem Grund liegend — ihr Eigenleben. Der Polyp kann in bestimmten Zeitabständen neue Scheiben bilden; dieser Vorgang erinnert in gewisser Hinsicht an die Strobilation der Quallenpolypen (s. S. 210). Die abgelöste Scheibe stellt die Geschlechtsgeneration der Pilzkoralle dar; sie wächst nie auf einer Unterlage fest. Es kann daher vorkommen, daß die Koralle durch Wellenschlag umkippt. Durch Bewegungen des Weichkörpers vermag sich die Scheibe jedoch meist wieder aufzurichten und innerhalb Tagesfrist von anhaftendem Sand und Sinkstoffen zu reinigen. Mit bis zu fünfundzwanzig Zentimeter Durchmesser sind die Pilzkorallen die größten Einzelpolypen überhaupt. Ihr buntgefärbter Weichkörper ist bis in die Nähe des Mundes dicht mit Tentakeln besetzt. Wird der Polyp gestört, so kann er sich fast vollständig zwischen die in großer Zahl vorhandenen Kalkscheidewände zurückziehen. Die Scheiben sind getrenntgeschlechtlich, können sich aber auch ungeschlechtlich durch intra- und extratentakuläre Sprossung (s. S. 227) vermehren.

Ähnlich gestaltet wie die Pilzkorallen sind die im Mittelmeer, im Atlantik und vor Kalifornien auf Schlammböden lebenden WARZENKORALLEN (Gattung *Balanophyllia*). Es sind flache, meist festgewachsene Scheiben von ovalem Umriss mit verdicktem porösen Kelchrand. Voll entfaltet ist der Polyp wesentlich größer als der Becher. An den durchsichtigen Tentakeln finden sich warzenähnliche Nesselbatterien, die der Gruppe den Namen gegeben haben. Im Mittelmeer lebt die schlicht gelbbraun gefärbte *Balanophyllia italica*, im Atlantik die rotgelbe STERNKORALLE (*Balanophyllia regia*), die ihren Namen den gelben Warzen an den Tentakeln verdankt. Besonders schön ist die im kalifornischen Gebiet heimische *Balanophyllia elegans* mit orangeroten Polypen. Die Gattung der FÄCHERKORALLEN (*Flabellum*) umfaßt einige größere, fächerförmig ausgebreitete Einzelkorallen. Meist leben sie auf den Schlammböden des Atlantik (*Flabellum angulare* und *Flabellum goodei*) und

Die Pilzkoralle



Skelett einer Warzenkoralle als Beispiel einer Einzelkoralle.

des Mittelmeeres (*Flabellum anthophyllum*); da sie immer in größeren Tiefen vorkommen, werden sie hier und da von Schleppnetzfishern aufgebracht.

Von den koloniebildenden Korallen werden erst die in kühleren Gewässern lebenden Formen erwähnt. Die RASENKORALLE (*Cladocora cespitosa*, Abb. S. 238) wird von Tauchern im Mittelmeer oft gefunden. Allerdings muß man scharf aufpassen; denn die kleinen, zart bräunlich getönten Polypen übersieht man leicht. Die Kolonie bildet kleine Büschel, flache Polster oder sogar hochgewölbte Kuppen bis fünfzig Zentimeter Durchmesser. Rund einen Zentimeter breit sind die Kelche und zeigen auf der Außenseite deutliche Längsrippen. Seitenknospen, die am Grund der bestehenden Polypen auswachsen, vergrößern die Kolonie. Die Knospen strecken sich so lange, bis sie die Höhe des Mutterpolypen erreicht haben. Auf diese Weise wird das Gebilde nicht nur größer, sondern auch dichter, so daß bei voll entfalteten Polypen der Eindruck eines Rasens entsteht. Die Rasenkoralle wächst oft sogar in der Flachwasserzone, also in Tiefen von ein bis drei Meter, meist jedoch in zehn bis siebzig Meter Tiefe.



Weit verbreitet ist die AUGENKORALLE *Lophelia pertusa* sowohl im Atlantik als auch im Mittelmeer, vor allem in den Schelfgebieten. Vor der norwegischen Küste bildet sie zusammen mit der WEISSEN KORALLE (Gattung *Madrepora*) und Hydrokorallen größere Bänke. Die Augenkoralle *Lophelia* ist stark, aber unregelmäßig verzweigt, die Ästchen sind verhältnismäßig dünn und sehr zerbrechlich. Ihre bis sechzig Zentimeter hohen Kolonien werden an der skandinavischen Küste in sechzig bis sechshundert Meter, andernorts aber bis zweitausend Meter Tiefe gefunden. Ein ähnliches Verbreitungsgebiet hat die WEISSE KORALLE (*Madrepora oculata*), die — wie schon erwähnt — mit der *Lophelia*-Augenkoralle vorkommt. Sie wächst in Form regelmäßig verzweigter Kolonien bis zu vierzig Zentimeter Höhe. Ihr Skelett ist schneeweiß; die weißlich bis orange gefärbten Polypen haben einen Durchmesser von etwa vier Millimeter. Von den tropischen Riffen unterscheiden sich die von diesen beiden Arten gebildeten Korallenbänke durch ihren Standort in größeren Tiefen; da ihre Polypen keine Zooxanthellen enthalten, sind sie auf Licht nicht angewiesen. Etwas derber als diese beiden Arten ist die GELBE KORALLE (*Dendrophyllia ramea*), die im Atlantik und Mittelmeer vorkommt; sie lebt in Tiefen von zweihundert Meter und mehr, gelegentlich auch in etwas flacherem Wasser. Ihre Kolonien werden bis zu einem Meter hoch, sind dick und von gedrungenem Wuchs. Die ziemlich weit voneinander entfernten Polypen ragen nur wenig über die Oberfläche des Skeletts hervor; ihre Farbe ist goldgelb. Alle diese verzweigten Kolonien sind oft dicht mit anderen wirbellosen Tieren bewachsen, deren Larven von der planktonreichen Strömung herangetragen werden und auf den Korallen Fuß fassen.

Eine Warmwasserform, die gelegentlich im südlichen Mittelmeer gefunden wird, ist die STERNKORALLE (*Astroides calycularis*, Abb. S. 238, 271 u. 277): rundliche Polster an schattigen Felswänden und in Höhlen. Die Sternkoralle ähnelt etwas der Rasenkoralle (s. oben), doch die einzelnen Kelche sind bis zum oberen Rand miteinander verwachsen; die Farbe der Polypen ist leuchtend orange. Ähnliche Formen findet man auch an der amerikanischen Atlantikküste, so die handgroßen krustenförmigen Kolonien von *Astrangia danae*.

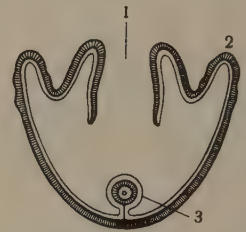
Eine Augenkoralle (*Lophelia pertusa*), koloniebildend, aus dem Nordatlantik und Mittelmeer.

Die Kelche dieser Art sitzen dicht beieinander, die zartgebauten Polypen sind durchsichtig weißlich bis blaß rosa und ragen knapp fünfzehn Millimeter in die Höhe. Verhältnismäßig wenige geknotete Tentakel umgeben die Mundscheibe, doch in warzenförmigen Erhebungen tragen sie sehr wirksame Nesselbatterien, mit denen sie sogar kleine Krebse und Fische erbeuten.

Zum Schluß sollen noch die wichtigsten koloniebildenden Riffkorallen der tropischen Meere erwähnt werden. Die BAUMFÖRMIGEN KORALLEN (Familie Acroporidae) spielen unter den heutigen Riffbildnern die größte Rolle. Ihre extratentakuläre Sprossung erlaubt ihnen ein sehr schnelles Wachstum. Man nimmt an, daß die Kolonien in der Regel in einem Jahrzehnt ihre volle Ausdehnung erlangen und dann absterben. Die größten Stöcke können eine Fläche von gut zwei Quadratmeter bedecken. Mit einem Durchmesser von ein bis zwei Millimeter sind die Polypen recht klein. Allein 125 heute lebende Arten sind bekannt, versteinert lassen sich Arten der Gattung *Acropora* bis ins frühe Tertiär (Eozän) zurückverfolgen. Unter den massiven Stöcken sind vor allem die durch extratentakuläre Sprossung entstandenen Blöcke und dickstämmigen Kolonien der LOCHKORALLEN (Familie Poritidae; Gattung *Porites*) zu erwähnen. Die Polypen haben einen Durchmesser von zwei bis drei Millimeter, diese kleinen Wesen können aber Blöcke von mehr als sechs Meter Durchmesser und Höhe aufbauen. Man schätzt, daß die Entstehung eines solchen »Korallenhügels« mehr als zweihundert Jahre dauert. Die Abgrenzung der einzelnen Lochkorallenarten ist außerordentlich schwierig. Ebenso wie *Acropora* ist die Gattung *Porites* bereits aus der Zeit des Eozän bekannt. Verwandte Formen lebten bereits zur Jurazeit.

Durch intratentakuläre Sprossung (s. S. 227) mit Trennung der Mundscheiben wachsen die Kolonien von *Favia* und *Gonastrea*. Die ersteren bilden vor allem Krusten und Blätter, gelegentlich auch Blöcke; die letzteren können in Form halbkugeliger Stöcke bis zu zweieinhalb Meter Durchmesser erreichen. Nur leichte Einschnürungen zwischen den einzelnen Polypen besitzt *Lobophyllia* aus dem Roten Meer mit ihren kuppelförmigen Kolonien von mehr als sechs Meter Durchmesser und drei Meter Höhe. Wir beschließen die Schilderung dieser Gruppe mit den MÄANDERKORALLEN (Neptungsgehirn *Diploria* u. a.), bei denen die Mundscheiben überhaupt nicht getrennt werden. Das lange parallele Band der Mundscheibe mit den vielen eingesenkten »Mündern« bildet mehr oder weniger gewundene »Straßen« mit parallelen Graten, die das mäanderartige Bild der Kolonie prägen. Es sind meist halbkugelige oder halb-eiförmige Körper von Kopfgröße.

Die DÖRNCHENKORALLEN (Ordnung Anthipatharia) sind koloniebildende, meist festgewachsene Sechsstahlige Korallen von pflanzenähnlichem Wuchs. Ihre Stöcke besitzen ein dunkles, unverkalktes Achsenskelett von hornartiger Beschaffenheit, das fein bedornt ist; es kann im Höchstfall einen Durchmesser von fünfzehn Zentimeter erreichen. Eine dünne weiche Rinde überzieht das Skelett. Die einzelnen Polypen sind winzig klein und erreichen knapp Millimetergröße; sie haben einen Kranz von sechs, ausnahmsweise von acht kurzen, dicken Tentakeln. Ihre Körperachse steht senkrecht zur Skelettachse; untereinander sind sie durch eine gemeinsame lebende Grundmasse (Coenosark) verbunden. Sie leben von feinstem pflanzlichem Plank-



Querschnitt durch eine Dörnchenkoralle. 1 Mundöffnung, 2 Tentakel, 3 Achsenskelett.

Ordnung
Dörnchenkorallen

ton, also von Algenzellen. Die Wuchsform ist sehr unterschiedlich; die Stöcke können in einer Ebene verzweigt sein und haben dann fächerartigen Charakter. Oft verschmelzen benachbarte Zweige miteinander, so daß ein Maschen- oder Netzwerk entsteht. Andere Arten sind wirtelig verzweigt; die Seitenästchen setzen rings um die Hauptachse an. Solche Kolonien ähneln Flaschenbürsten. Je nach Art können die Stöcke wenige Zentimeter bis über einen Meter hoch werden. *Cirripathes rumphii* wird als größte Form bis sechs Meter hoch. Das Hauptverbreitungsgebiet der Dörnchenkorallen sind die tropischen Meere, wo sie in Tiefen von hundert bis tausend Meter anzutreffen sind. Von den über hundert bekannten Arten kommen einige auch im europäischen Raum vor, so die SCHWARZEN KORALLEN (Familie Anthipathidae; Arten *Anthipathes subpinnata* und *Paranthipathes larix*), die früher wie andere tropische Arten eifrig gefischt wurden. Ähnlich wie die Edelkorallen hat man sie zu allerlei Schmuckstücken verarbeitet oder in Form der ganzen Stöckchen als Reiseandenken verkauft. Noch heute verwendet man im Fernen Osten die Schwarzen Korallen wie einst auch in Europa als Heilmittel oder als Amulette gegen allerlei Krankheiten.

Ordnung Zylinderrosen

Zu den schönsten Sechsstrahligen Korallen gehören sicher die zierlichen ZYLINDERROSEN (Ordnung Ceriantharia), die auf weichen Böden wie Sand und Schlick heimisch sind. Sie stecken in einer selbst angelegten Wohnröhre, die bis zu einen Meter tief in den Untergrund reichen kann. Diese Röhre kleidet die Zylinderrose mit einer lederartigen Hülle aus, die sie aus Schleim, feinsten Bodenbestandteilen und Nesselkapseln »zusammenklebt«. Bei Gefahr kann sie sich blitzschnell in ihre Wohnung zurückziehen. Im Gegensatz zu den meisten Blumentieren haben die Zylinderrosen keine Fußscheibe; der mundferne Pol ihres wurstförmigen Körpers ist zugespitzt und besitzt ein Loch, durch das sie beim Zusammenziehen des Körpers Wasser ausspritzen können. Es handelt sich aber keineswegs um eine Afteröffnung; denn unverdauliche Reste stößt das Tier wie alle Hohltiere durch die Mundöffnung aus. Die Zylinderrose kann sich also in ihrer Wohnröhre gänzlich frei bewegen. Rings um die Mundöffnung stehen zwei Kränze von Tentakeln: in der Mitte die kurzen Mundtentakel, um sie herum weit über hundert lange Randtentakel, die in ein bis vier Kreisen angeordnet sind. Zusammenziehen können sich die Tentakel nicht; sie werden in ihrer ganzen Länge durch Zurückweichen des Körpers in die Wohnröhre zurückgezogen. Streckt die Zylinderrose ihre Tentakel vollständig aus, so fallen sie wie Wasserstrahlen eines Springbrunnens in anmutigem Bogen auf den Untergrund. Ein Tier von zwei Zentimeter Körperdicke kann dann einen Kreis von fast sechzig Zentimeter Durchmesser bestreichen und nach Beute absuchen.

Vor allem Hydromedusen und Kleinkrebschen bilden die Nahrung der Zylinderrosen. In Menschenobhut nehmen die Tiere auch kleine Fleischstückchen und Würmer an. Ihrer Schönheit, aber auch ihrer Widerstandsfähigkeit wegen sind sie gern gehaltene Aquarientiere. Bei guter Pflege können sie Jahrzehnte in Seewasserbecken leben und dabei deutlich wachsen. Eine MITTELMEER-ZYLINDERROSE (*Cerianthus membranaceus*; Abb. S. 203 u. 271) wurde 1882 im Schauaquarium von Neapel eingesetzt; sie lebte und wuchs dort mehr als fünfzig Jahre lang. Die rund fünfzig bekannten Arten sind in allen

Meeren und in verschiedensten Tiefen anzutreffen; selbst in verschmutzten Hafengebieten können sie ihr Leben fristen. Im Atlantik und in der Nordsee lebt die kleine NORDISCHE ZYLINDERROSE (*Cerianthus lloydii*), deren Wohnröhre bis vierzig Zentimeter tief in den Untergrund reicht. Ihre Tentakel sind schlicht braun bis grau gefärbt. Im Mittelmeer kommt die schon erwähnte wesentlich größere Mittelmeer-Zylinderrose vor, deren Körper voll ausgedehnt zwanzig Zentimeter lang sein kann. Von ihr werden zwei Farbspielarten unterschieden, nämlich *Cerianthus membranaceus fuscus* mit weißem bis braunem Körper und geringelten, grünlich schimmernden Tentakeln sowie *Cerianthus membranaceus violaceus* mit violetter bis schwarzem Körper und grauen Tentakeln. Allerdings gleicht kaum ein Einzeltier dem anderen, da sowohl die Färbung als auch die Musterung sehr veränderlich sind. In Aquarien wird auch gern die vor der amerikanischen Atlantikküste heimische AMERIKANISCHE ZYLINDERROSE (*Cerianthopsis americanus*) gehalten. Von Fischerbooten aus lassen sich Zylinderrosen nur ziemlich selten fangen, weil sich die Tiere beim Herannahen der Schleppnetze in ihre Wohnröhren zurückziehen. Lediglich Taucher haben Aussicht, aus festem Wohngrund jüngere und damit kleinere Tiere ohne besonders langwierige und aufwendige Arbeiten auszugraben.

Wer im Mittelmeer taucht, stößt mit Sicherheit in Höhlen oder an senkrechten bis überhängenden Felswänden auf Kolonien von goldgelben bis orangefarbenen Polypen von wenigen Zentimetern Höhe, die dicht nebeneinander stehen. Es handelt sich dabei um KRUSTENANEMONEN (Ordnung Zoantharia), und zwar um die GELBE KRUSTENANEMONE (*Parazoanthus axinellae*; Abb. S. 204), die sich gern auf Schwämmen der Gattung *Axinella* ansiedelt. Sie ist aber auch auf Manteltieren (*Microcosmus*) anzutreffen; selten wächst sie unmittelbar auf Fels. Die Polypen können kein eigenes Kalkskelett bilden. Als Ersatz dafür bauen sie zum Beispiel Schwammnadeln, Sandkörner, Schalen von Foraminiferen und dergleichen im Körpergewebe ein. Insgesamt kennt man rund dreihundert Arten von Krustenanemonen; sie gleichen äußerlich kleinen Seeanemonen. Im Gegensatz zu ihnen besitzen sie jedoch keine Fußscheibe, sondern stecken mit ihrem unteren zugespitzten Körperende im Untergrund. Meist leben sie nicht als Einzelpolypen, sondern in kleineren oder größeren Kolonien. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in warmen Meeren, wobei sie je nach Art flaches oder tieferes Wasser bevorzugen. Die Polypen der koloniebildenden Arten sprossen aus einer gemeinsamen polster-, band- oder lamellenförmigen Körpermasse hervor.

Im Mittelmeer lebt auf Schneckenschalen (z. B. auf *Murex* und *Aporrhais*), auf Manteltieren und Hornkorallen oft die GRAUE KRUSTENANEMONE (*Epizoanthus arenaceus*; Abb. S. 204). Die graubraunen bis sandfarbenen kleinen Polypen sind rund einen Zentimeter hoch und tragen bis vierundzwanzig weißliche Tentakel; sie bilden kleine Kolonien, jedoch nie in Polsterform. Der unscheinbaren Färbung wegen werden sie oft übersehen. Verwandte Arten wie *Epizoanthus vatovai* und *Epizoanthus incrustatus* überziehen von Einsiedlerkrebsen bewohnte Schneckenschalen und lösen nach und nach das Kalkgehäuse auf, so daß der Krebs schließlich in einer von den Krustenanemonen gebildeten Masse lebt.

▷
Zwei Familien der Hydrozoen — Milleporiden (s. S. 189) und Stylasteriden (s. S. 189) — bilden Kalkskelette, die denen der echten Korallen täuschend ähnlich sehen. Hier eine Stylaster-Art aus der Karibischen See.

▷▷ und ▷▷▷
Links v. oben n. unten:
Stern- oder Kelchkoralle (*Astroides calycularis*; s. S. 233, Abb. S. 271).
Rasenkoralle (*Cladocora cespitosa*; s. S. 233).
Feuerkoralle (*Millepora platyphyllis*; s. S. 189).

Rechts:
Korallenriff. Zwischen den hoch aufragenden Stein- und Feuerkorallen breiten sich im Vordergrund flächige Weichkorallenfelder aus.

▷▷▷▷ und ▷▷▷▷▷
Links v. oben n. unten:
Weich- oder Lederkorallen: Straußalcyonie (*Xenia*), an der sehr deutlich die gefiederten Fangarme der Oktokorallen zu sehen sind. Rotes Meer.
Meerhand (*Alcyonium palmatum*; s. S. 245, Abb. S. 271) aus dem Mittelmeer. Polypen voll »erblüht«.

Sarcophyton trocheliophorum (s. S. 248, Abb. S. 242). Polypen eingezogen. Großes Barriere-

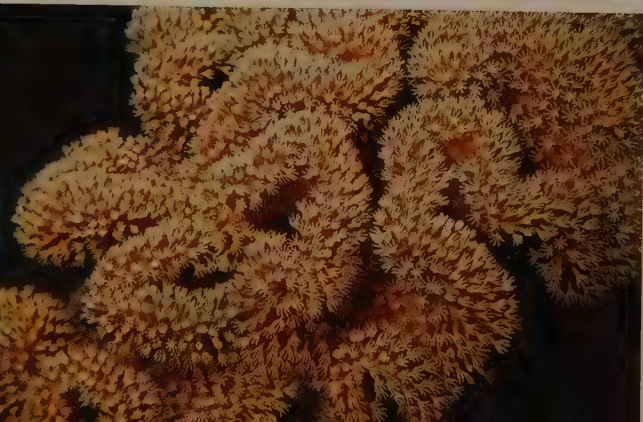
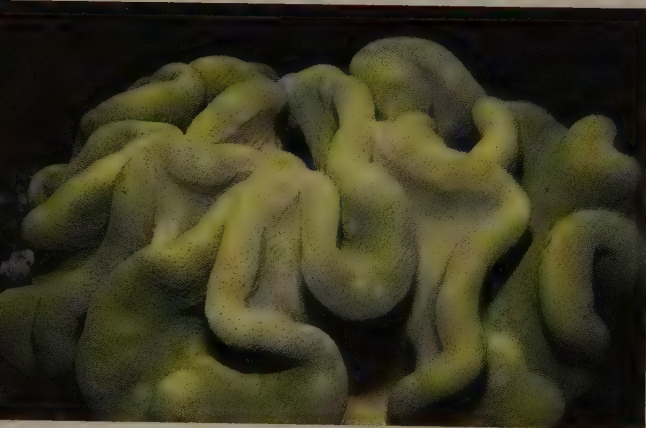
Riff.
Sarcophyton ehrenbergi mit entfalteten Polypen.
Rotes Meer.

Rechts:
Besonders farbenprächtige, baumförmig verzweigte Weichkorallen der Gattung *Dendronephthya* aus dem Roten Meer.

















Unterklasse Achtstrahlige Korallen

Das wichtigste Merkmal der meist stockbildenden ACHTSTRAHLIGEN KORALLEN (Unterklasse Octocorallia) sind die verschiedenen, in Achtzahl auftretenden Körperteile oder Organe. Acht Scheidewände (Septen oder Mesenterien) ragen als Längswände in den Magenraum und gliedern ihn in ebenso viele Nischen oder Magenächer. Im oberen Teil der Polypen sind die Scheidewände mit dem mittelständigen Mundrohr verwachsen. Nahe dem Grunde werden die Scheidewände durch die von der Innenhaut gebildeten Geschlechtszellen ausgebuchtet; sie ragen als traubenartige Gebilde in den Magenraum hinein. Der Mund stößt Eier und Samen aus. Acht zierliche, gefiederte Tentakel umsäumen das Mundfeld. Ihre Nesselkapseln sind so schwach, daß sie die menschliche Haut nicht durchdringen können. Neben den Nährpolypen (Autozoiden) finden sich auch Polypen ohne Tentakel und ohne Mesenterialfilamente (Schlauchpolypen oder Siphonozoiden), die daher nicht zur Aufnahme und Verdauung der Nahrung imstande sind. Dafür haben sie dank einer stark ausgebildeten Wimperrinne die Möglichkeit, das Röhrensystem der Innenhaut mit Wasser zu durchspülen und die Gewebe mit Sauerstoff zu versorgen. Sie sind ebenfalls am An- und Abschwollen beteiligt — einem Vorgang, der bei manchen Kolonien beobachtet werden kann. Außenhautzellen, die in die Mittelgallerte (Mesogloea) eingewandert sind, scheiden stets das Skelett ab. Die gebildeten Elemente sind teils von hornähnlicher Beschaffenheit, teils bestehen sie aus Kalk. Er wird in Form kleiner Nadeln (Spikel oder Sklerite) von 0,01 bis 10 Millimeter Länge abgeschieden. Sie sind von unterschiedlicher Gestalt und Oberfläche; man verwendet sie als Bestimmungsmerkmal (Abb. S. 246). Bei einzelnen Arten verschmelzen die Sklerite zu einer gestaltlosen Masse von ziemlicher Festigkeit; solche Stöcke können am Aufbau von Korallenriffen wesentlichen Anteil haben. Selbst wenn die Kalknadeln einzeln in der Mittelgallerte eingebettet sind, vermögen sie den fleischigen Kolonien der Achtstrahligen Korallen eine gewisse Festigkeit zu verleihen; trotzdem bleiben sie elastisch genug, was bei denjenigen Formen, die an- und abschwollen, von Bedeutung ist. Ebenfalls in der Mittelgallerte eingebettet, liegen die Innenhautkanäle, welche die einzelnen Polypen miteinander verbinden. Man kennt heute rund 2500 Arten, die in vier Ordnungen eingeteilt werden: 1. Lederkorallen (s. unten), 2. Rindenkorallen (s. S. 253), 3. Blaukorallen (s. S. 258), 4. Seefedern (s. S. 259). Die größten Formen finden sich unter den Rindenkorallen, die Stöcke bis zu drei Meter Länge bilden können.

Einer der häufigsten Bewohner der Fischgründe in der Nordsee ist die nordische, zu den LEDERKORALLEN (Ordnung Alcyonaria) gehörende MEER- oder SEEMANNSHAND (*Alcyonium digitatum*; Abb. S. 240 u. 271): meist auf leeren Muschelschalen, Steinen oder ähnlichem festgewachsen. Die fleischigen Kolonien bilden finger- oder lappenförmige verzweigte Stöcke bis zu zwanzig und mehr Zentimeter Höhe; die Färbung ändert sehr stark — von Weiß, Gelblich und Orangerot bis zu Purpur, wobei der Zusammenziehungszustand auf die Stärke der Farbe einen Einfluß hat. Die Polypen sind rein weiß. Für einen Taucher ist es ein herrliches Schauspiel, im bläulichen Dämmerlicht die oft zu Dutzenden nahe beieinanderstehenden Kolonien mit den ausgestreckten Polypen zu bewundern — gleichsam ein unterseeischer Blütenzau-

◁
Teil einer fächerförmig verzweigten Hornkoralle aus dem Indischen Ozean mit schneeweißen Polypen.

◁◁ und ◁◁◁

Links oben:

Im Vordergrund rechts eine Riesenanemone mit Clownfischen. Links *Sarcophyton* (s. S. 248, Abb. S. 240), Bildmitte *Dendronephthya*. Rotes Meer.

Links Mitte:

Edelkoralle (*Corallium rubrum*; s. S. 249). Ihr rotes Kalkskelett wird zu Schmuck verarbeitet. Mittelmeer.

Links unten:

Dendronephthya in Nahaufnahme. Am Stamm und auf den Ästen der Kolonie sind deutlich die eingelagerten Kalkskelettstückchen zu erkennen.

Rechts:

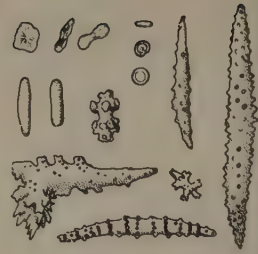
Hornkorallenfächer: links und im Hintergrund Violette Hornkoralle (*Paramuricea chamaeleon*; s. S. 252), rechts Gelbe Hornkoralle (*Eunicella cavolini*; s. S. 253, vgl. Abb. 262). Mittelmeer.

ber. Sind die Polypen hingegen eingezogen, so heben sich die Stöckchen oft kaum vom Untergrund ab.

In der Mittelgallerte sind Kalknadeln lose verteilt; der Körper ist derb lederig und elastisch. Durch Wasseraufnahme kann sich eine zusammengezogene Meerhand auf ein Mehrfaches ihrer ursprünglichen Größe ausdehnen; Körperform und Größe sind daher sehr veränderlich. Man darf als Beobachter dieses Vorgangs nicht die Geduld verlieren; unter Umständen muß man Stunden neben dem Aquarium sitzen. Erst wird die eingeschrumpfte Kolonie mit ihrer warzigen Oberfläche zusehends praller, die Körperwand scheint mehr durch; in besonders günstigen Fällen kann man sogar die Kalknadeln im Durchlicht erkennen wie ein menschliches Skelett bei einer Röntgenaufnahme. Erst wenn die Kolonie prall angefüllt ist und die Warzen als deutliche Erhebungen sichtbar sind, erscheinen die Polypen als weiße Pünktchen; dann wird der Polypenkörper größer, streckt sich, und schließlich entfalten sich auch die gefiederten Tentakel. Der Stock prangt nun in weißem »Blütenschmuck«. In dieser Phase nehmen die Polypen Nahrung in Form kleiner Schwebewesen auf. Stören darf man die Kolonie jetzt nicht; denn oft ziehen sich Gruppen von Polypen oder sogar sämtliche Einzeltiere auf einen kleinen Reiz hin ein und kommen erst nach längerer Wartezeit erneut zum Vorschein. Das Einziehen ist ein verwickelter Vorgang: erst verschwinden mit Hilfe besonderer Muskeln die Tentakel, dann stülpt sich der Rest der Polypen ein wie ein Handschuhfinger; die Entfaltung hingegen dürfte allein auf dem Innendruck (Turgor) beruhen.

Neben den Nährpolypen findet sich eine größere Zahl von Schlauchpolypen (Siphonozoiden; s. S. 245); sie regeln die Aufnahme und Abgabe des Wassers. Die Magenräume der ältesten Polypen reichen als gleichlaufende Hohlräume bis an den Grund der Kolonie. Sie sind untereinander durch zahlreiche Innenhautkanäle verbunden, die in der dicken gemeinsamen Gallerte eingebettet sind. Jüngere Polypen sprossen meist aus diesen Verbindungskanälen. Immer wieder trifft man im Schrifttum die Angabe, daß die Kolonien zweimal täglich an- und wieder abschwollen. Dieser Vorgang dient sowohl der Atmung als auch der Ernährung, da die Polypen ja nur in gestrecktem Zustand Nahrung aufnehmen können. Eigene Beobachtungen, ferner Versuche in Aquarien und in der Natur haben diese Angabe allerdings nicht bestätigen können. Das An- und Abschwollen geschah in recht unterschiedlichen Zeitabschnitten, oft ein bis zwei Tage überhaupt nicht oder dann sogar an einem Tage mehrmals. Die Polypen entfalteten sich nicht bei jedem Anschwellen; anscheinend versorgten sich die Magenräume also nur mit frischem Wasser.

Welche Mengen dieser Seemannshand auf dem Meeresboden liegen, geht schon aus der Tatsache hervor, daß Fischdampfer je Ausfahrt durchschnittlich fünfhundert Kilogramm an die Oberfläche hieven. So lag es nahe, diese Tiere ebenfalls zu verwerten; denn sie ins Meer zurückzuwerfen, würde nur den nächsten Fischzug mit ihnen belasten. Durch Pökeln und Trocknen entzog man den Kolonien die rund 82 vom Hundert Wasser, die sie enthalten; die Reste vermahlte man zu einem Dünger (Meerhand-Guano). Einhundert Kilogramm dieser Korallen lieferten etwa fünfzehn Kilogramm Dünger.



Skelettnadeln von Okto-korallen (s. S. 245).

Auch in der Heilkunde verwandte man die Lederkoralle schon seit dem 13. Jahrhundert. Bis in die neueste Zeit hinein wurde geröstete Meerhand ihres hohen Jodgehaltes wegen als Heilmittel gegen Kropf verschrieben. Der Name »Meerhand« ist im übrigen schon recht alt; um 1623 führte ihn der italienische Naturforscher Ulisses Aldrovandi (1522–1605) ein.

Im Mittelmeer kommt die sehr nahe verwandte Art *Alcyonium palmatum* vor, die der Nordischen Meerhand sehr ähnlich ist. Sie lebt in Tiefen von zwanzig bis zweihundert Meter; an günstigen, schattigen Standorten habe ich sie sogar schon in zwei Meter Tiefe gefunden. Selten anzutreffen ist jedoch *Alcyonium brioniense*, die gelbe Polypen mit nur acht Fiederblättchen auf jeder Tentakelseite hat. Im Nordatlantik an der amerikanischen Küste tritt an die Stelle von *Alcyonium* die Gattung *Gersemia*, die in Gestalt und Färbung der europäischen Gattung recht ähnlich ist. Im gleichen Gebiet kommt auch *Anthomastus grandiflorus* vor; er hat einen pilzähnlichen Wuchs. Auf der Oberseite des »Hutes« sprossen wenige, dafür aber sehr große Polypen von fast zwei Zentimeter Durchmesser. Obwohl manche Lederkorallen in kälteren Meeren leben, ja sogar bis in hochnördliche Breiten vorstoßen, ist der größte Teil doch in subtropischen Gewässern beheimatet. In den Flachwassern von Korallenriffen erreichen sie ihre größte Formenfülle, meist als flache Polster oder niedrige Stöckchen, die in prächtigsten Farbtönen leuchten. Erst in größeren Tiefen findet man auch aufrechte, große Wuchsformen.

Als Ausgangsformen der Entwicklungsreihe muß man kleine Einzelpolypen der Gattung *Haimea*, die bis zehn Millimeter lang werden, und die koloniebildenden Formen der CORNULARIDEN (Familie Cornularidae) ansehen. Bei den Cornulariden bildet sich aus der Planularlarve ein Ausgangspolyp (Primärpolyp); er erzeugt auf der Unterlage ein waagerechtes Wurzelgeflecht, aus dem die Sekundärpolypen sprossen, so daß eine rasenartige Kolonie entsteht. Ein Achsenskelett ist nicht vorhanden, sogar Kalknadeln fehlen vollständig. Im Mittelmeer findet man von der Oberfläche bis in wenige Meter Tiefe die *Cornularia cornucopeia* (Abb. S. 271), deren bis ein Zentimeter hohe Polypen in zarten bräunlichen Röhren stecken. Auch in Aquarien sieht man diese Art recht häufig, doch die Polypen sind hier selten entfaltet.

Als Weiterentwicklung ist die Gattung *Clavularia* zu betrachten, denn sie zeigt Ansätze zur Bildung einer gemeinsamen Mittelgallerte (Coenenchym). Bei mehreren Arten verschmilzt die Gallerthülle des Wurzelgeflechtes miteinander und bildet eine vom äußeren Keimblatt überzogene Platte, aus der sich die Polypen erheben. Stockbildung finden wir erst bei der Familie der ORGELKORALLEN (Tubiporidae; Abb. S. 271) in den Korallenriffen des Indopazifik. Es sind knollige, bis kopfgroße Kolonien; sie werden von einer Menge roter, rund zwanzig Zentimeter langer Röhren mit ein bis zwei Millimeter Durchmesser gebildet. Die Polypen sind von grünlicher Farbe, so daß die Blöcke beim »Blühen« eine herrliche Farbwirkung aufweisen. Miteinander sind die Polypen nicht nur am Grunde durch das zuerst gebildete Wurzelgeflechssystem verbunden, sondern auch in höher gelegenen Abschnitten durch ein vom inneren Keimblatt gebildetes Röhrensystem, das von Gallerte (Mesogloea) und Außenhaut eingehüllt ist. In der Gallerte entstehen durch eingewanderte Außenhautzellen rotgefärbte kalkhaltige Skelettkörperchen; sie bleiben in

der Mundgegend vereinzelt, nach unten aber verschmelzen sie miteinander zu einer Hohlröhre, welche die Innenhautkanäle umschließt. Von Zeit zu Zeit bildet sich am Grunde der Polypenröhre ein neuer Querboden, der ebenfalls verkalkt und den unteren Teil des Polypen zum Absterben bringt. Dadurch entsteht das typische Aussehen der Kolonie: Reihen von gleichlaufenden Röhrchen, die alle paar Zentimeter durch eine waagerechte Platte unterbrochen werden. Die größte Form der über achthundert heute lebenden Lederkorallen ist die zur Familie der *ALCYONIDEN* (Alcyoniidae) gehörende *Sarcophyton*-Kolonie, die in den tropischen Korallenriffen lebt und bis zu einem Meter lang werden kann (Abb. S. 240 u. 242).

Jedem Tauchsportler dürften die pflanzlich anmutenden Gebilde der RINDENKORALLEN (Ordnung Gorgonaria) bekannt sein. Zu Tausenden werden die Ästchen vom Meeresboden heraufgeholt, getrocknet und wandern dann als Reiseandenken und Zimmerschmuck in die Wohnungen der meeresbegeisterten Urlauber. Diese Korallenkolonien besitzen fast ausnahmslos eine innere Skelettachse aus einem hornähnlichen Stoff, dem Gorgonin, das in Faserform kleine vereinzelte Kalkspatkörperchen (Sklerite) umhüllt, wie dies bei der Unterordnung der *Holaxonia* (s. S. 252) der Fall ist. Unter Umständen fehlt das Gorgonin gänzlich oder ist nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Bei solchen Formen können die Kalkspatkörperchen zusammengekittet sein, so in der Unterordnung der *Scleraxonia* (s. S. 249). Umhüllt werden die meist biegsame, elastische Achse und das Kalkskelett durch eine weiche Rinde, in die die Polypen eingebettet sind. Die Wuchsformen der Kolonien ändern stark ab, sie können mehr oder weniger verästelt sein. Es gibt Stöcke mit einer kräftigen Hauptachse und feineren seitlichen Verzweigungen, so daß sie einer Vogelfeder ähneln. Andere besitzen mehrere Hauptachsen und sehen aus wie stark verzweigte Büsche oder Bäumchen. Bei einzelnen Arten verschmelzen die Ästchen streckenweise wieder miteinander, so daß ein Maschennetz entsteht. In Gebieten mit starken Meeresströmungen richten sich die Kolonien meist so aus, daß ihre Verzweigungsebene — falls eine solche deutlich ausgeprägt ist — senkrecht zur Strömungsrichtung steht. Dadurch kann die Nahrung, meist Kleingeschwebe, wie mit einem Vertikalnetz aufgefangen werden.

Gewisse Nachteile müssen dabei natürlich in Kauf genommen werden. So gibt es nicht wenige Larvenformen im Gewebe, die eine Unterlage für ihre Umwandlung benötigen und sich daher gern auf solchen Rindenkorallenästchen festsetzen. Der Taucher staunt immer wieder über die abenteuerlichen Erscheinungsformen, die auf diese Weise entstehen können. Oft erkennt man kaum mehr, daß die eigentliche Unterlage einer solchen Lebensgemeinschaft von einer Rindenkoralle gebildet wird. Verschiedene Algen, Schwämme und Hohltiere, Moostierchen, Röhrenwürmer und sogar Entenmuscheln können sich darauf ansiedeln. Das geht manchmal so weit, daß die Koralle selbst abstirbt. Larven bestimmter Krebse und Würmer vermögen sich auch in die lebende Rinde der Hornkorallen einzubohren und die Kolonie zu einem krankhaften Wachstum anzuregen. Ähnlich wie dies bei Pflanzen der Fall ist, bildet sich dann eine Gewebewucherung, welche die Form einer »Galle« annimmt. Rindenkorallen haben aber auch direkte Feinde, die

Ordnung
Rindenkorallen

sich an den Polypen und den Rindenstoffen gütlich tun. Eine Hinterkiemerschnecke, *Duvaucelia odhneri*, lebt — wie es scheint — ausschließlich auf der Koralle *Eunicella verrucosa*. Sie ahmt in ihrer Körpergestaltung die Polypen nach und entspricht in ihrer Färbung vollständig den Korallenästchen; hier dürfte somit ein Fall von nahrungsbedingter Farbanpassung vorliegen. Die rund 1200 Arten von Rindenkorallen gliedern sich in zwei Unterordnungen: Scleraxonia und Holaxonia.



Bei den SCLERAXONIEN (Unterordnung Scleraxonia) sind die Kalkspatkörperchen entweder durch wenige Gorgoninfasern lose oder durch Kalksubstanz vollständig miteinander verbunden. Die bekannteste Gattung ist sicher die der EDELKORALLEN (*Corallium*) mit der ROTEN EDELKORALLE (*Corallium rubrum*; Abb. S. 242). Ihr Skelett enthält kein Gorgonin mehr und ist deshalb steinhart und spröde. Gewöhnlich haben die Kolonien eine Höhe von zehn bis vierzig Zentimeter; am Grund sind die Äste bis vier Zentimeter dick. Verwandte Arten der Roten Edelkoralle leben in japanischen Meeren. Sie erreichen oft eine Höhe von einem Meter und ein Gewicht von vierzig Kilogramm. Die in allen Richtungen verzweigten Kolonien ähneln kleinen Sträuchern oder Bäumchen. Der Vergleich mit einem blattlosen, blühenden Busch ist durchaus nicht abwegig, wenn sich die kleinen weißen Polypen mit ihren acht gefiederten Tentakeln voll entfaltet haben und wie Blütenkronen aussehen.

Die lebende Masse überzieht als dünne Schicht das Skelett, ähnlich wie die Rinde einen Baumstamm. Diese Schicht enthält das weitverzweigte Netz der Wurzeläusläufer, das die einzelnen Polypen miteinander verbindet; die längsverlaufenden Kanäle zeichnen sich auf dem Skelett als feine, längsverlaufende Rillen ab. Vom reinen Weiß bis zum satten Rot kann das Skelett gefärbt sein; es gibt auch ziegelrote, rostrote, dunkelbraune, ja als Seltenheit sogar schwarze Stöckchen. Selbst gefleckte Formen werden hier und da angetroffen. Oft sind Mitte und Rand verschieden gefärbt, wie das auch bei Hölzern (Kern- und Splintholz) der Fall sein kann. Zum Beispiel hat eine japanische Edelkorallenart eine weißliche Mitte und einen rötlichen Mantel, eine andere hat eine rote Mitte und eine weiße Randschicht. Das Skelett wird durch Zusammenbacken roter oder anders gefärbter Kalknadeln aufgebaut: Zu den tentakeltragenden Nährpolypen gesellen sich auch hier tentakellose Schlauchpolypen, die tief in die Rinde eingesenkt sind und fast nur als Poren in Erscheinung treten. Sie sorgen für den Wasserkreislauf im Röhrensystem der Kolonie. Neue Polypen knospen aus dem dichten Wurzelnetz, das die Magenräume der Polypen miteinander verbindet.

Die Entwicklung der Edelkoralle studierte der bekannte französische Zoologe Lacaze-Duthier im Jahre 1864 an der nordafrikanischen Mittelmeerküste eingehend. Er stellte fest, daß die Stöcke in der Regel getrenntgeschlechtlich sind, also weibliche oder männliche Polypen tragen. Gelegentlich kommen jedoch auch Polypen beider Geschlechter auf einem Stock vor; einzelne können sogar echte Zwitter sein. Die Eier werden im mütterlichen Körper befruchtet und entwickeln sich dort weiter, bis sie als längliche zarte Planularlarven ausschwärmen. Nach wenigen Tagen setzen sie sich auf einer felsigen Unterlage fest und wandeln sich zum Primärpolypen um; und durch Knospung wächst die neue Kolonie heran. Für ein bestmögliches Wachstum stel-

Eine Edelkoralle, die Rinde teils entfernt. 1 Polypen, 2 »Rinde«, 3 Achsenskelett.

len die Edelkorallen einige Bedingungen: Neben festem Untergrund sind geringe Schwankungen der Temperatur und des Salzgehalts, keine starken Wasserbewegungen und nur gedämpftes Tageslicht nötig. Aus diesen Gründen liegt ihr Hauptverbreitungsgebiet zwischen zwanzig bis dreihundert Meter Tiefe. An der oberen Grenze kommen sie lediglich in sehr geschützten schattigen Lagen, an Überhängen und Felsabbrüchen, in Höhlen oder auch in Spalten des sogenannten »Coralligène« vor. In größeren Tiefen leben sie jedoch an senkrechten oder sogar waagerechten Felsflächen. Neben Einzel-exemplaren, die oft von riesigem Wuchs sind, treten die Edelkorallen in kleineren Gruppen auf und können an geeigneten Standorten richtige Bänke bilden.

Im Mittelmeer habe ich sowohl in Villefranche-sur-Mer als auch an der Costa brava und der Côte Vermeille Edelkorallen in geringerer Tiefe bis knapp zehn Meter gefunden. Leider sind gerade solche Fundorte von Frei- und Gerätetauchern rücksichtslos ausgeplündert worden. Wohl haben sich durch strenge Schutzmaßnahmen an diesen Stellen erneut Korallen angesiedelt, so daß ganze Rasen von stricknadeldicken Kolonien heranwuchsen, bis jedoch wieder ansehnliche Stücke gebildet sind, dürften Jahrzehnte vergehen.

Edelkorallen werden schon seit Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden als Schmuck verwendet oder zu Schmuckstücken verarbeitet. Man fand zum Beispiel in Gräbern der La-Tène-Zeit (400–58 v. Chr.) mit Korallen verzierte Geräte, wie Fibeln, Helme, Armringe und Teile von Pferdegeschirren. Allgemeine Verwendung fand die Edelkoralle im europäischen Raum jedoch erst im 15. Jahrhundert; sie trat an die Stelle anderer Schmucksteine, wurde zu Halsketten und Ohrgehängen aufgereiht oder lieferte Material für Einlegearbeiten. Schon lange zuvor wurden sie jedoch in China zu Schmuck verarbeitet; von hier aus gelangten sie auch nach Japan. Da die im japanischen Raum heimischen Korallenarten allerdings erst seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts gefischt werden, nimmt man an, daß ein großer Anteil des dort verarbeiteten Rohmaterials aus dem Mittelmeerraum stammte und das übrige im malaiischen Inselgebiet gewonnen wurde. Sicher wissen wir, daß die Römer einen schwunghaften Korallenhandel mit vorderasiatischen Staaten getrieben haben. Laut Berichten des berühmten Weltreisenden Marco Polo (1254–1324) und nach chinesischen Quellen haben die Tibeter im 13. Jahrhundert Edelkorallen sogar als Geld verwendet.

Edelkorallen als
Schmuck

Trotz des Siegeszuges der Kunststoffe und des sogenannten Modeschmucks haben die Edelkorallen ihren Platz in der Schmuckindustrie halten können. Als Andenken werden Halsketten, Rosenkränze, Broschen und Gegenstände des täglichen Gebrauchs in großen Mengen aus ihnen hergestellt. Da nimmt es nicht wunder, daß aus diesem Grunde an den Korallenbeständen immer noch arger Raubbau getrieben wird. In früheren Zeiten war die Korallenfischerei eine ziemlich schwierige Angelegenheit, die nur an besonders günstigen Stellen – an senkrechten oder waagerechten Felsbänken – mit Erfolg betrieben werden konnte. Meist benutzte man ein besonderes Fanggerät, das man gelegentlich noch heute antreffen kann. Es besteht aus zwei kreuzweise verbundenen Metall- oder Holzbalken von rund drei Meter Länge, die meist zusätzlich mit Steinen oder Eisen beschwert wurden. An den Balken brachte

man mehrere Büschel von weitmaschigen Netzen an. Das Fanggerät wird an einem langen Seil auf Grund gelassen und über die Korallenbänke geschleift oder entlang der Felsbänke hochgezogen. Dabei schlägt das schwere Holz- oder Metallkreuz die Stöckchen los, die sich in den Netzstücken verfangen. Natürlich gehen dadurch viele Korallen verloren, und die Bänke werden empfindlich geschädigt. Da die Korallen ja vor allem die felsigen Bereiche besiedeln, haben sich die Netze oft verfangen und mußten dann in schwierigen Manövern wieder frei gemacht oder sogar aufgegeben werden.

Heute wird der größte Teil der Korallen von Tauchern heraufgeholt, das vermindert einerseits die Verluste und erschließt andererseits Gebiete, die bis dahin nicht befischt werden konnten. Taucher können natürlich auch Höhlen und Felsspalten aufsuchen und von dort einzigartig schöne und groß gewachsene Kolonien heraufbringen, die in Jahrzehnten auf Höchstmaße herangewachsen sind. Mehrmals habe ich in den vergangenen Jahren beobachten können, wie Tauchmannschaften geradezu Quadratmeter um Quadratmeter abgesucht und auch das kleinste Stückchen Koralle abgeräumt haben. Weite Strecken der französischen, italienischen und jugoslawischen Küste wurden so ausgeraubt; an manchen Stellen ist die Edelkoralle schon verschwunden. Natürlich siedeln sich wiederum Planularlarven an; wenn jedoch keine fortpflanzungsfähigen Stöckchen mehr vorhanden sind, die Larven hervorbringen, so nützen auch die Schutzbestimmungen nichts mehr. Den Korallen wurde übrigens in früheren Zeiten ein großer Heilwert zugeschrieben. Vor allem von zu Pulver zerriebenen Stöckchen versprach man sich bis ins 19. Jahrhundert hinein wundersame Heilung von allerlei Krankheiten. Halsbänder und Ohrringe trug man als Amulette, da sie die Krankheiten »aus dem Menschen« ziehen oder auch vor dem »bösen Blick« schützen sollten. Auf der Zaubervirkung, die den Korallen zugeschrieben wurde, beruht möglicherweise auch deren Verwendung für allerlei Kriegsgeräte, so für Helmzier, Schwertknaufe und Schwertscheiden.

Heilkraft und
»Zaubervirkung«

Neben rund zwanzig Arten von Edelkorallen, die in der Oberflächenzone leben, kommt eine Art, das um Hawaii heimische *Corallium abyssorum*, in Tiefen von 1800 bis 2400 Meter vor. Unter den Formen, deren Achsen-Kalknadeln durch spärlich vorhandene Gorgoninfasern verbunden sind, ist die vor der norwegischen Küste und im Nordatlantik lebende *Paragorgia arborea* zu nennen. Sie bildet baumartig verzweigte Kolonien bis zu zwei Meter Höhe aus; der Durchmesser am Stammgrund beträgt rund vier Zentimeter. Die lebende gemeinsame Grundmasse ist rötlichweiß oder ziegelrot gefärbt; entweder sind die Polypen von blutroter oder von gelblichweißer Farbe. Sie stehen so dicht, daß die Ästchen wie mit Blüten übersät sind. Bemerkenswert ist, daß bei *Paragorgia* die Nährpolypen unfruchtbar sind und die Geschlechtszellen in den Schlauchpolypen (Siphonozoiden) gebildet werden. *Paragorgia* findet sich oft mit *Lophelia* (einer Steinkoralle; s. S. 226) und *Stylaster* (einem Hydropolypen mit Skelettbildung) in Tiefen von sechzig bis zweitausend Meter, wo sie lange und hohe »Hecken« bilden können, also richtige »Korallenbänke«. Diese Koralle erträgt Temperaturen bis etwa vier Grad Celsius. Ebenfalls zu den Scleraxonien gehört die TRUCKORALLE (*Parerythropodium coralloides*). Sie bildet regellose krustenförmige Kolonien aus

und überzieht vor allem Ästchen von Hornkorallen, aber auch Manteltiere (*Microcosmus sulcatus*) und gelegentlich Algen. Kleinere Stückchen sehen Edelkorallen zum Verwechseln ähnlich. Sobald man aber die lebende Rinde abkratzt, kommt das anders gefärbte »Skelett« zum Vorschein. Im Aquarium halten sich die kleinen Kolonien sehr gut.

Bei den HOLAXONIEN (Unterordnung Holaxonia) besteht die Achse aus den biegsam-elastischen Gorgoninfasern, zwischen die wohl Kalkspat abgelagert ist, aber nicht in Form von Kalkkörperchen. In den Meeren rings um Europa finden sich in den Schelfgebieten oft riesige Mengen von SEEFÄCHERN (*Eunicella*), so daß der Taucher fast an eine niedrige Strauchsteppe erinnert wird. Im Atlantik und in der Nordsee lebt die WARZENKORALLE (*Eunicella verrucosa*), die nur wenig verzweigt ist. Die dunkelbraune bis schwarze Skelettachse wird von einer weißlichen oder hellorangen bis rötlichen Rinde überzogen, aus der eine Unzahl von weißen Polypen hervorragt. Mancher Taucher hat sich schon über diese zierlichen Korallen gefreut, brachte sogar Stücke nach oben und wollte sie in getrocknetem Zustand als Zimmerschmuck verwenden. Leider wurden die Leute arg enttäuscht; wohl behalten die Stöcke ihre Form, doch die Färbung geht vollständig verloren. Im Gegensatz zu manchen anderen Hornkorallen und vor allem der Edelkorallen ist die Farbe nicht in Kalkkörperchen verankert, sondern wird in Form von Karotinoiden (Verbindungen, die dem Möhrenfarbstoff Karotin verwandt sind) in den lebenden Zellen der Rinde eingeschlossen. Beim Trocknen sterben die Zellen ab, und damit geht auch die Färbung verloren.

Eine verwandte Art, die WEISSE HORNKORALLE (*Eunicella stricta*; Abb. S. 262), tritt im Mittelmeer oft in großen Beständen auf. Ihre Ästchen stehen in einer Ebene, und da diese Ebene oft für benachbarte Tiere dieselbe ist, hat man den Eindruck einer »Pflanzung«. Die Rinde der Weißen Hornkoralle ist rein weiß und behält diese Tönung auch beim Trocknen. Auch ausgestreckt sind die olivfarbenen bis hellbraunen Polypen sehr klein, so daß man sie kaum beachtet. Sowohl die Warzenkoralle als auch die Weiße Hornkoralle findet man meist ab zehn Meter bis in Tiefen von über dreißig Meter. An einzelnen schattigen Orten habe ich ziemlich kleine Stücke der Weißen Hornkoralle schon in weniger als zwei Meter Tiefe gefunden. Bevorzugte Standorte sind senkrechte Felswände oder größere Gesteinsbrocken. Gelegentlich treten diese Hornkorallen auch auf Weichböden auf; dann allerdings setzen sie sich auf Steinen und Muscheltrümmern fest.

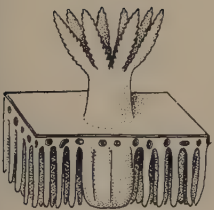
Erst ab etwa zwanzig Meter Tiefe stoßen die Taucher auf die herrlich gefärbten, bis meterhohen Kolonien der VIOLETTEN HORNKORALLE (*Paramuricea chamaeleon*; Abb. S. 243). Sie ist von kräftigerem Wuchs als die schon erwähnten Arten, ebenfalls in einer Ebene, aber ausgesprochen reich verzweigt. Besonders an den Zweigenden sitzen die Polypen eng gedrängt, so daß keulenartige Verdickungen entstehen. Die Farbe der Stöcke reicht von Karminrot bis zu Violett; oft sind einzelne Zweige oder nur deren Enden leuchtend gelb. Diese Farbänderung hat der Koralle den Artnamen *chamaeleon* eingetragen. Die kleinen Polypen sind weiß oder gelb gefärbt. Da die Rinde nur sehr wenig Kalkeinlagerungen enthält, bleibt nach dem Trocknen lediglich das unscheinbare dunkle Achsenskelett übrig.

Recht selten im Vergleich zur Weißen Hornkoralle findet man im Mittelmeer die GELBE HORNKORALLE (*Eunicella cavolini*; Abb. S. 243). Ihre Kolonien sind sehr stark und unregelmäßig verzweigt. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, daß die Seitenästchen nicht nur in einer Ebene abgehen. Gegenüber den schön geschilderten Arten ist diese Hornkoralle sehr feingliedrig gebaut; trotzdem bildet sie oft viel umfangreichere Kolonien als die übrigen. Ich habe Stöcke von siebzig und mehr Zentimetern Höhe gefunden. Riedl soll die Gelbe Hornkoralle in Höhlen schon in weniger als ein Meter Tiefe angetroffen haben; die normale Verbreitung liegt zwischen fünfzehn und einhundert Meter Tiefe. Da sich diese Koralle verhältnismäßig gut zu Trockenpräparaten verarbeiten läßt und vor allem die orangefarbene Färbung beibehält, wurde mancherorts an dieser Art ebenfalls Raubbau getrieben.

In subtropischen Gewässern kommt der VENUSFÄCHER (*Rhipidogorgia flabellum*) vor. Die einzelnen Ästchen des Stockes verschmelzen streckenweise miteinander, so daß ein flächiges Netzwerk entsteht. Der Venusfächer kann beinahe mit einem riesigen Tennisschläger verglichen werden, der eine Höhe von zwei Meter und eine Breite von anderthalb Meter erreicht. Die Kolonien leuchten in verschiedensten Farben: Gelb, Purpurviolett, ja sogar Blau. Da der Farbstoff in den Kalkkörperchen verankert ist, hält sich bei den Venusfächern die Färbung auch in getrocknetem Zustand recht gut. Bezeichnende Verwandte aus dem Stillen Ozean sind die rotviolette *Eugorgia rubens* und die korallenrote *Lophogorgia chilensis*, die kleine Sträucher mit weißen Polypen bildet.

Ordnung Blaukorallen

Zunächst waren die BLAU KORALLEN (Ordnung Helioporidae) nur durch versteinerte Funde bekannt. Heute werden sie durch eine einzige noch lebende Art, *Heliopora coerulea* aus dem indopazifischen Raum, vertreten. Das von den Polypen gebildete Wurzelnetz verschmilzt zu einer Platte, wobei von den Wurzeläusläufern zur Unterlage hin senkrechte Röhren gebildet werden; die Rinde gleicht daher einem Pfahlbau. Bei den Blaukorallen besteht das Skelett nicht aus Kalkspat, sondern aus zusammengeschmolzenen Fasern von Aragonit, ebenfalls einem Kalziumkarbonat, aber von anderer Kristallform. Es entstehen dabei massive Blöcke bis zu fünfzig Zentimeter Höhe, die lappen- oder fingerförmige Verzweigungen haben können und dadurch den Steinkorallen ziemlich ähnlich sehen. Die lebende Masse ist nur zwei bis drei Millimeter dick und liegt als blaugraue Rinde über dem Skelett. Von schokoladebrauner Farbe sind die winzigen Polypen, die kaum einen Millimeter Durchmesser haben. Nur ihr oberster Abschnitt ragt über die Oberfläche der Kolonie hinaus. Die gegen das Kalkskelett gerichtete Rindenschicht wird von Außenhautzellen gebildet, welche die grauen Aragonitlamellen abscheiden. In der Kalkmasse finden sich enge Röhren für die blind endenden Wurzelfortsätze und weite eingetiefte Röhren für die Polypen. Von Zeit zu Zeit wird von den Polypen der tiefer liegende Abschnitt der Röhre durch einen Querboden abgetrennt. Das dabei abgekapselte Gewebe lebt noch einige Zeit weiter und sondert dabei den durch Eisensalze gefärbten, leuchtend-blauen Kalk ab. Damit verengt sich auch der Röhrenquerschnitt, und die Kalkmasse der Kolonie wird wesentlich dichter.



Blaukoralle, aus dem Skelett herausgelöste lebende »Rinde«.

Die SEEFEDERN (Ordnung Pennatularia) gehören sicher zu den eigentümlichsten Formen unter den Achtstrahligen Korallen. Ihre fleischigen Kolonien sind im Gegensatz zu den übrigen Achtstrahligen Korallen nicht auf einer Unterlage festgewachsen, sondern stecken nur lose im Untergrund. Das Achsen skelett ist stark rückgebildet zu einem hornartigen, nur selten verkalkten Achsenstab im untersten Drittel des Körpers. Die Kolonie gliedert sich deutlich in zwei Abschnitte: einen polypenfreien Stiel (Pedunculus) und einen polypentragenden Kiel (Rachis). Mit kräftigen Stielen verankern sich die Seefedern in Sand oder Schlick. Die Polypen sitzen einzeln oder zu »Fiederblättchen« verwachsen am Kiel.

Der Körperbau wird uns verständlicher, wenn wir das Werden einer Seefeder verfolgen. Die frei schwimmende Planularlarve wandelt sich in einen langgestreckten Primärpolypen um, dessen Grund zum Stiel wird; seitlich wachsen nun sekundäre Polypen in großer Zahl, und zwar in Form normaler Nährpolypen (Autozoide) und Schlauchpolypen (Siphonozoiden), die vor allem Wasser aufnehmen und abgeben können. In den meisten Fällen verliert der Primärpolyp seinen Tentakelkranz und seinen Mund. Zwischen Außenhaut und Innenhaut in der Mittellagerte finden sich einzelne Kalkkörperchen, die oft bunt gefärbt sind und der ganzen Kolonie ihre gelbe, orangerote, braune oder sogar purpurrote Färbung verleihen. Bekannt sind die Seefedern auch für ihr besonders helles Leuchten bei Dunkelheit. Es sind jedoch keine eigentlichen Leuchtorgane vorhanden; der Vorgang wird vielmehr durch kleine Körnchen bewirkt, die im Schleim der Seefedern eingebettet sind und bei seiner Ausscheidung leuchten. Getrockneter Schleim leuchtet wieder auf, wenn er erneut mit Wasser in Berührung kommt. Wie man sich überzeugen kann, sondern die Seefedern auf Berührung und wahrscheinlich auch auf chemische Reize hin Schleim ab; daher ist das Leuchten in erster Linie eine Folge solcher Reize. Von der erregten Stelle aus verbreitet sich der Leuchtvorgang mit einer Geschwindigkeit von fünf und zwanzig Zentimeter in der Sekunde über die ganze Kolonie. Er wird vom Nervensystem gesteuert und ist bei Tageslicht deutlich gehemmt.

Forscher des vergangenen Jahrhunderts hatten allgemein noch angenommen, daß die Seefedern sich schwimmend vom Ort bewegen könnten; die Angehörigen der nachfolgend geschilderten PTEROIDEN (Familie Pteroididae) wurden daher als »schwimmende Polypen« eingeordnet. In Wirklichkeit konnten aber bis heute Schwimmbewegungen nie beobachtet werden; hingegen können die Seefedern auf dem Boden langsam umherkriechen oder im Untergrund aufrecht stehend sich auch am Ort drehen. Beobachtet man die Tiere über längere Zeit hinweg, so kann man feststellen, daß die Kolonien an- und abschwellen und daß auch Verdickungswellen über ihre Achse hinwegziehen. Manche dieser Ergebnisse verdanken wir erst dem Filmen mit Hilfe des Zeitraffers. Noch immer wird von vielen Zoologen behauptet, daß ein rhythmisches An- und Abschwellen im Zusammenhang mit Ebbe und Flut oder mit Wechsel von Tag und Nacht stattfindet. Ich habe während einiger Tage bis zu zwei Wochen Seefedern im Aquarium beobachtet und ihre Bewegung mit dem Zeitraffer festgehalten; hierbei konnte ich keinerlei Zusammenhänge mit diesen äußeren Einflüssen feststellen.

Ordnung
Seefedern

Leuchtvermögen

Eine Ausnahme scheint die Flachwasser-Seefeder *Scytalopsis djiboutiensis* zu bilden. D. Magnus konnte bei einer Bevölkerung dieser Art in rund einem Meter Tiefe eine deutliche Nachttätigkeit feststellen. Bei Einbruch der Nacht schoben sich die Kolonien aus dem Untergrund hervor, und sobald über dem Wasserspiegel nur noch eine Beleuchtungsstärke von rund hundert Lux herrschte, entfalteten sie sich vollständig. Die Nährpolypen begannen mit der Nahrungsaufnahme. Dieser Zustand dauerte bis zum Morgen; dann zogen sich die Seefedern wieder vollständig in den Untergrund zurück. Temperatur und Bewegung des Wassers sowie die Gezeiten haben keinen Einfluß auf sie.

Seefedern graben
sich ein

Zwei oder mehrere im gleichen Aquarium befindliche Seefedern konnten sich völlig verschieden verhalten. Ein bestimmter Schwellungszustand dauerte von einigen Minuten bis zu vielen Stunden. Oft erfolgte auch nur ein teilweises Strecken oder Zusammenziehen. In kürzeren oder längeren Zeitabständen bewegen sich die Seefedern aus eigenem Antrieb vom Orte, wobei sie jeweils bis zu vierzig Zentimeter Wegstrecke zurücklegen. Das Eingraben der ziemlich weichen, aber widerstandsfähigen Kolonien geschieht im Zusammenspiel von Wasseraufnahme und Zusammenziehung der Ring- und Längsmuskeln. Wenn sich eine auf Sand liegende Seefeder eingraben will, so krümmt sie die Spitze ihres Stieles im rechten Winkel zum Untergrund; durch An- und Abswellen der Spitze schafft sie einen kleinen Hohlraum in der Unterlage, und durch verschiedene weitere Bewegungen senkt sich der Stiel immer weiter in den Untergrund. Dann hebt der Kiel sich hier und da vom Boden ab, sinkt jedoch nach jedem Anlauf wieder auf den Grund zurück. Je weiter sich der Stiel im Boden einsenkt, desto steiler und für längere Zeit richtet sich der obere Teil der Seefeder auf, bis er schließlich mit einem letzten Ruck die senkrechte Lage einnimmt.

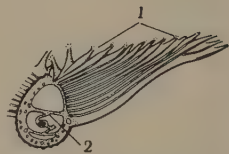
Hängt man eine Seefeder waagrecht auf, so krümmt sich der untere Abschnitt des Stieles nach kurzer Zeit im rechten Winkel zur »Erdoberfläche«; das Eingraben wird also nicht durch Berührungsreize, sondern durch die Schwerkraft ausgelöst. Deutlich kann man bei den frei hängenden Seefedern die rhythmischen Zusammenziehungswellen sehen, die sich über den ganzen Stielabschnitt hinziehen; der Kiel bleibt vorerst in Ruhe. Der Eingrabvorgang dauert zwischen einer halben und mehreren Stunden, je nach der Beschaffenheit des Untergrunds und der Lebhaftigkeit der Seefeder. Die Kolonie ist nach Abschluß des Eingrabens keineswegs voll ausgestreckt; das Tier schwillt meist wesentlich später zur höchsten Größe an. Das geht so langsam vor sich, daß es mit bloßem Auge kaum wahrgenommen werden kann. Nur das Zusammenziehen einer ausgestreckten Kolonie kann innerhalb von knapp dreißig Sekunden erfolgen. Nimmt man eine Kolonie aus dem Wasser und beobachtet das Zusammenziehen, während man sie in der Hand hält, so stellt man deutlich fest, daß die Schlauchpolypen (Siphonozoiden) das Wasser auspressen und daß einen weiteren Teil dieser Arbeit die Längsmuskeln leisten. Sowohl eingegrabene als auch frei auf dem Untergrund liegende Seefedern können vollständig anschwellen; das Eingraben allerdings ist in diesem Zustand nie beobachtet worden und wahrscheinlich auch gar nicht möglich.

Sämtliche Seefedern sind getrenntgeschlechtlich; dies bezieht sich nicht nur auf die Einzelpolypen, sondern auf die ganze Kolonie. Es scheint, daß die Zahl der weiblichen die der männlichen Tiere weit übersteigt. Die Geschlechtszellen werden wie bei der Mehrzahl der Achtstrahligen Korallen an den Scheidewänden der Nährpolypen gebildet. Bei den meisten Arten findet die Befruchtung der Eizellen frei im Wasser statt; nur wenige Arten entlassen eine im mütterlichen Körper herangewachsene Planularlarve. Nach wenigen Tagen freien Umherschwimmens verwandelt sie sich in einen Primärpolypen.

Im Mittelmeer wie auch an der europäischen Atlantikküste wird die GRAUE SEEFEDER (*Pteroides griseum*; Abb. S. 271) recht häufig gefunden. Sie ist erwachsen — je nach dem Grade der Schwellung — zehn bis dreißig Zentimeter hoch. Auf dem gedrungenen Stiel von orangeroter Farbe sitzt ein verhältnismäßig kurzer dicker Kiel. An der Hauptachse sproßt beiderseits eine Reihe von »Fiederblättchen«; es können bis zu vierzig Stück sein, die je durch zehn bis elf große Kalkstacheln gestützt werden. Jeder dieser Seitenzweige wird von dreihundert bis fünfhundert Einzelpolypen (Nährpolypen und Schlauchpolypen) gebildet; eine Graue Seefeder hat also vierzigtausend und mehr Einzelpolypen. Die Nährpolypen sprossen an der bauchseitigen Kante der Fiederblättchen, die nichts anderes sind als die miteinander verwachsenen langgezogenen Magenräume der Polypen. Sie alle stehen mit dem Magenraum der Primärpolypen in Verbindung. Die Schlauchpolypen finden sich vor allem auf der Unterseite der Fieder und häufen sich besonders an deren Grund in der Nähe der Hauptachse.

Vereinzelt findet man im Mittelmeer auch die rötlich getönte LEUCHTENDE SEEFEDER (*Pennatula phosphorea*; Abb. S. 263), die ihr Hauptvorkommen jedoch im Atlantik hat. Sie ist zierlicher und schlanker gebaut als die Graue Seefeder; die Seitenäste besitzen zudem keine Kalkstacheln. Die Zahl der weißgefärbten Einzelpolypen je Fieder ist wesentlich geringer und beträgt etwa zwanzig in jeder Reihe. Zwischen den Blättern sitzen die Schlauchpolypen und bedecken auch die Oberkante des Kieles mit Ausnahme eines schmalen Mittelstreifens. An dieser Art wurde vor allem die Leuchterscheinung eingehend untersucht; denn ihr starkes, grünblaues Licht hat ihr ja auch den Namen *phosphorea* eingetragen. Einige verwandte Arten von ähnlicher Wuchsform leben im indopazifischen Raum, zum Beispiel *Acanthoptilum* im Indischen Ozean oder sogar in der Antarktis. Meist sind es Bewohner des Küstenbereichs; sie gehen also nicht tiefer als zweihundert bis dreihundert Meter.

Neben diesen wirklich federförmigen Gestalten gibt es eine andere Gruppe, die VIRGULARIIDEN (Familie Virgulariidae), welche die Polypen auf seitlichen Wülsten oder auf nur ganz kurzen Blättchen tragen. So wird im Mittelmeer und Atlantik von Fischern hier und da die rutenförmige *Virgularia mirabilis* aus Tiefen von mindestens vierzig Meter heraufgebracht. Sie ist etwa fünfzig Zentimeter lang und trägt seitlich kleine Blättchen mit bis zu sechzehn Polypen. Ihre Gestalt ähnelt einem Blatt des Streifenfarns. Die Wesen sind von gelblicher, oranger bis fleischfarbener Tönung. Im Pazifik lebt die ähnlich gestaltete *Stylatula*. Laut einem Bericht von Ricket und



Seefeder, Querschnitt durch den Kiel mit »Fiederblättchen«. 1 Polypen eines Fieders, 2 Gastralräume.

Calvin sollen diese Kolonien in der Gezeitenzone mancherorts ganze Wiesen im Flachwasser bilden; die Forscher verglichen dieses Bild mit einem Weizenfeld. In der Küstennähe des Mittelmeers und des Atlantik ist *Veretillum cynomorium* (Abb. S. 262) aus der Familie der VERETILLIDEN (Veretillidae) anzutreffen. Diese Seefeder lebt in Tiefen von dreißig bis einhundert Meter auf Stoffen, die ein Eingraben ermöglichen, aber gleichzeitig auch fest genug sind, um eine gute Verankerung zu gewährleisten. Die Kolonie gliedert sich ebenfalls in einen Stiel, der als Schwellkörper ausgebildet im Untergrund verankert ist, und einen keulenförmigen, polypentragenden Oberteil. Die Sekundärpolypen sind ziemlich regelmäßig über die ganze Oberfläche des Kieles verteilt; ihre Achsen stehen senkrecht zur Hauptachse. Zwischen den Nährpolypen finden sich die Schlauchpolypen angeordnet. Ausgestreckt kann so eine Kolonie über fünfzig Zentimeter lang sein, zusammengezogen mißt sie kaum mehr als fünf Zentimeter. Ein Skelettstab fehlt vollständig. Die Polypen können sich ganz zurückziehen, am Kiel ist dann nur noch eine kleine Pore sichtbar; und *Veretillum* gleicht nun einer rosagefärbten Wurst. In ausgestrecktem Zustand sind die Einzelpolypen bis zwei Zentimeter lang und können dank ihrer Größe und ihrer vollständigen Durchsichtigkeit gut als Darstellungsobjekte für eine Achtstrahlige Koralle dienen. Mit bloßem Auge lassen sich die inneren Organe beobachten.

Eigenartig gebaut sind die sogenannten SEESTIEFMÜTTERCHEN (Familie Renillidae), die in westindischen Gewässern vorkommen; verwandte Arten leben auch im Indopazifik. Der obere Teil des Primärpolypen ist scheibenförmig verformt, sein Umriß herz- bis nierenförmig geworden. Polypen knospen nur auf der Rückenseite des Blattes in regelmäßiger Verteilung, die Bauchseite ist polypenlos, die Schlauchpolypen stehen zwischen den Nährpolypen. Ein Achsenstab ist nicht vorhanden. Die Seestiefmütterchen sind violett oder rötlich gefärbt — sicher ein herrliches Bild, wenn man bedenkt, daß oft Tausende auf schlammigem Meeresgrund beieinanderstehen. Ihre Nahrung setzt sich aus Kleinstlebewesen zusammen, die sich in der auf der Oberfläche abgesonderten Schleimschicht verfangen und dann von den Nährpolypen aufgenommen werden.

Ebenfalls eine absonderliche Gestalt hat die SEEPEITSCH (Funicula quadrangularis; Abb. S. 271), die im Mittelmeer, Atlantik und Indopazifik lebt. Sie bevorzugt Schlammböden in vierzig bis vierhundert Meter Tiefe. Der untere Abschnitt der langgestreckten, bis hundertfünfzig Zentimeter messenden, sehr schlank gebauten Kolonie ist eines Skelettstabes wegen sehr starr, der lange Hauptabschnitt hingegen biegsam. Die Nährpolypen sitzen beiderseits des Kieles. Bei der Seepeitsche ist der Formunterschied der Polypen nicht stark ausgeprägt; die nur spärlich vorhandenen Schlauchpolypen unterscheiden sich lediglich durch das Fehlen von Fiederblättchen an den Tentakeln. Ihre geringe Zahl und der geringfügige Unterschied von den Nährpolypen dürfte mit dem allgemeinen Körperbau der Seepeitsche zusammenhängen.

Ausschließlich Tiefseebewohner sind die UMBELLULIDEN (Familie Umbellulidae): so *Umbellula antarctica* (Abb. S. 271) in der Antarktis in rund fünfhundert Meter Tiefe. Ihr Stiel steckt im Untergrund; der Kiel ist lang-

gestreckt (bis sechzig Zentimeter) und dünn. Hinten sitzt eine Gruppe von sehr großen Polypen, die stark orangerot bis purpurrot gefärbt sind. Die Wesen ähneln dadurch einer Nelke. Eine solche Umbellulide wurde von der dänischen »Galathea«-Expedition aus fünftausend Meter Tiefe heraufgeholt. Diese wenigen Beispiele zeigen den Formenreichtum der rund dreihundert Arten umfassenden Ordnung.

Die NESSELLOSEN HOHLTIERE (Acnidaria) bilden den zweiten Stamm der Hohltiere. Zwei grundlegende Merkmale unterscheiden sie von den Nesseltieren. Wie der Name schon sagt, fehlen ihnen die Nesselzellen vollständig. An deren Stelle bilden sie lediglich zahlreiche Klebezellen aus, die zwar ebenfalls Beutetiere festhalten, aber nicht lähmen können. Als zweiten Unterschied besitzen die Nessellosen keine strahlige Symmetrie; der Körper wird durch zwei zueinander senkrecht stehende Ebenen (Tentakalebene und Schlundebene) in je zwei verschiedenartige symmetrische Hälften geteilt. Am besten läßt sich dieses System mit einer Walnuß vergleichen, die man ja auch durch zwei Schnitte in je zwei zweiseitig-symmetrische Hälften zerlegen kann. Der Körper der Nessellosen wird wie der der Nesseltiere durch drei Körperschichten aufgebaut: die Außenhaut (Ektoderm), die Innenhaut (Entoderm) und eine durch Einwanderung von Zellen entstehende Schicht (Mesogloea). Die Nessellosen Hohltiere bewohnen ausschließlich Meere. Ihre einzige Klasse, die RIPPEN- ODER KAMMQUALLEN (Ctenophora), wird in die Unterklassen der Tentakeltragenden Rippenquallen (Tentaculifera; s. S. 265) und der Mützenquallen (Nuda; s. S. 269) unterteilt. Bis heute sind rund achtzig Arten bekannt, die größte Form ist der Venusgürtel (s. S. 267) mit einer Länge bis anderthalb Meter.

Trotz der bescheidenen Artenzahl finden wir in dieser Gruppe ausgesprochen mannigfache Erscheinungsformen von im freien Wasser der Hochsee (pelagisch) schwimmenden bis zu festsitzenden Arten. Der grundsätzliche Aufbau einer Rippenqualle soll am Beispiel der SEESTACHELBEERE (*Pleurobrachia pileus*; Abb. S. 271 u. 277) erläutert werden. Dieses glashelle, einer Beere vergleichbare Wesen hat an einem Körperpol die Mundöffnung und am gegenüberliegenden Pol ein Sinneszentrum. In Ruhelage ist der Mund nach unten gerichtet. Die Körperoberfläche ist durch acht Längsreihen von Wimperplättchen, die wie Längengrade auf dem Körper angeordnet sind, äußerlich strahlig gegliedert. Diese Längengrade sind die »Rippen« der Qualle, nach der die Klasse ihren Namen hat. Junge Tiere haben die Plättchen noch nicht vollständig ausgebildet; bei ihnen sitzen einfach eine Reihe langer, schlanker Wimpern dicht nebeneinander. Im Verlauf des Wachstums verschmelzen die einzelnen Wimpern miteinander, und es entsteht ein Ruderplättchen (Wimperplättchen). Die Zahl der Wimperplättchen nimmt mit der Lebensdauer zu. Durch Auf- und Abschlagen dieser Gebilde können die Tiere aktiv schwimmen. Hierbei beginnt die Schlagfolge stets bei den am Scheitelpol gelegenen Plättchen des Längengrads und setzt sich innerhalb der Reihe in Richtung der Mundöffnung fort. Die einzelnen Plättchen bewegen sich selbständig, doch wird ihr Zusammenspiel von einem Nervensystem vollzogen. Es überrascht, daß der Schlag kräftig und kurz in Richtung vom

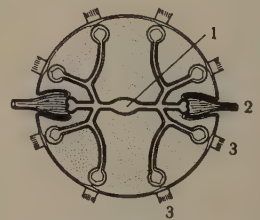
Stamm

Nessellose Hohltiere
von H. R. Haefelfinger

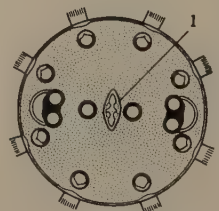
Klasse

Rippenquallen

Schnitte durch eine Rippenqualle.



1 Zentralmagen, 2 Tentakel, 3 Rippen.



1 Schlund

Farben über Farben

Sinnespol zum Mund, aber langsam und kraftlos in entgegengesetzter Richtung geführt wird; daher schwimmt die Rippenqualle mit dem Mund voran.

Durch die Lichtführung in den zarten, schlagenden Plättchen entsteht ein prächtiges Farbspiel (Interferenzerscheinung), das sich wellenförmig über die ganze Plättchenreihe hinzieht und sämtliche Regenbogenfarben umfaßt. Da manche Rippenquallen völlig durchsichtig und farblos sind, verrät dieses Farbwunder oft allein ihre Anwesenheit. Die Rippenqualle kann ihre Bewegungsrichtung jederzeit ändern, indem die Wimpern der einzelnen Rippen mehr oder weniger stark schlagen; sie schwimmt daher in allen Richtungen des Raumes, selbst in Kreisen. Ihr Wassergehalt übersteigt oft sogar 99 v. H.; da außerdem das spezifische Gewicht der Körperflüssigkeit geringer ist als das des Meerwassers, wird die Sinkgeschwindigkeit stark herabgesetzt, so daß die Tiere auch ohne größeren Arbeitsaufwand in bestimmten Wasserschichten schweben können. Pulsende Schirmbewegungen, wie wir sie von anderen Quallen her kennen, treten bei Rippenquallen nicht auf. Einzig die Lappenrippenquallen (s. S. 266) zeigen eine zusätzliche Bewegungsmöglichkeit durch den Einsatz von Schwimmlappen.

Sinneszellen sind bei Rippenquallen sehr schwer nachzuweisen; sie dürften jedoch über die ganze Körperoberfläche verteilt sein. Das Mundfeld antwortet zum Beispiel sehr stark auf chemische Reize. Gut ausgebildet ist jedoch ein am Scheitelpol gelegenes Organ (Statozyste), das die Stellung des Tieres im Raum regelt und in direkter Beziehung zum Nervensystem des Bewegungsapparates steht. Wird das Steinchen im Gleichgewichtsorgan (Statolith) — eine maulbeerförmige Kugel aus Kalziumphosphatkörnern — entfernt, so kann die Rippenqualle im Raum ihre gewöhnliche Gleichgewichtslage nicht mehr einnehmen; die Bewegung der Wimperplättchen erfolgt jedoch weiterhin normal. In der Tentakelebene finden sich im oberen Körperabschnitt zwei Taschen, aus denen je ein langer, verzweigter Tentakel hervorragt. Sie können sich vollständig in die von der Außenhaut gebildeten Höhlungen (Tentakeltaschen) zurückziehen.

In der Außenhaut der Tentakel sind Klebe- oder Greifzellen (Colloblasten) eingebettet. Sie bestehen aus einem halbkugeligen Hauptstück, das von Klebekörnern bedeckt ist. Mit einem kräftigen Spiralfaden und einem gestreckten, dünneren Mittelfaden ist die Halbkugel so stark am Grunde der Außenhaut verankert, daß eine Beute sich kaum von der Klebezelle loslösen oder die Klebezelle aus dem Zellverband der Rippenqualle herausreißen kann. Mit den Nesselkapseln der Nesseltiere haben diese Fangorgane jedoch nichts gemeinsam. Zum Beispiel ist eine von einem Nesseltier ausgeschleuderte Nesselzelle wertlos geworden und muß ersetzt werden; eine Klebezelle hingegen kann ihre Aufgabe mehrmals erfüllen, da die Rippenqualle sie nach Gebrauch durch den Spiralfaden wieder in die Ausgangslage zieht. Die von den Tentakeln mit Hilfe der Klebezellen festgehaltene Beute bringt das Tier zum querovalen (in Richtung der Mundebene gedehnten) Mund und lutscht sie dort sozusagen ab. Dann wird die Nahrung in den ebenfalls querovalen Schlund befördert und in den um neunzig Grad gegenüber dem Mund gedrehten, ebenfalls seitlich zusammengedrückten Magen geleitet, dessen längere Achse also in der Tentakelebene liegt. Vom Magen aus führen Innenhaut-



Klebezelle von *Coeloplana*. 1 Hauptstück mit Klebekörnern, 2 Spiralfaden.

kanäle die Nährstoffe direkt zu den größeren Verbrauchszentren (Sinnespol, Mundfeld oder Wimperrippen). Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die beiden zum Sinnespol führenden Kanäle eine Öffnung besitzen, durch die bestimmte Abbauprodukte entfernt werden können — ein erster Hinweis auf den bei den Zweiseitentieren meist vorhandenen After. Den Hauptteil der Abfallstoffe aber scheiden auch die Rippenquallen durch den Mund aus. Dieses ganze Innenhautsystem ist in eine mächtige Zellschicht (Mesogloea) eingebettet, die zwischen Außenhaut und Innenhaut entstand. Sie ist reich an eingewanderten Außenhautzellen und enthält sowohl Bindegewebe als auch Längs- und Ringmuskelfasern.

Die Rippenquallen sind Zwitter; die Innenhaut ihrer Rippengefäße erzeugt die Geschlechtszellen, die über den Magen und die Mundöffnung ins Freie gelangen. Bei den meisten Arten sieht man die Keimdrüsen durchschimmern. Aus dem befruchteten Ei bildet sich unmittelbar — also ohne dazwischengeschaltetes Planulastadium (s. S. 177) wie bei den Nesseltieren — eine winzige Rippenqualle. Merkwürdigerweise können sich schon solche nur einen halben bis anderthalb Millimeter langen Tiere gleich nach dem Schlüpfen aus der Eihülle oder unwesentlich später zum erstenmal fortpflanzen. Dann bilden sie die Keimdrüsen wieder zurück, und das Tier wird erst wieder im erwachsenen Zustand fortpflanzungsfähig. Die zum zweitenmal gebildeten Eier sind allerdings mehr als doppelt so groß wie die ersten. Als Dissogonie (vom griechischen *δισος* = doppelt, *γονή* = Erzeugung) bezeichnet der Zoologe eine solche ausschließlich bei den Tentakeltragenden Rippenquallen und einigen wenigen anderen Hohltieren (z. B. Staatsqualen) auftretende Erscheinung.

Noch eine Merkwürdigkeit finden wir erstmals bei den Rippenquallen: Früher als in den meisten anderen Tiergruppen ist in ihrem Keim die künftige Bestimmung seiner einzelnen Bezirke festgelegt (determiniert). Schon nach der Befruchtung stellt er somit ein in seinem Werte gänzlich unabänderliches Mosaik dar; er ist ein »Mosaikkeim«. Trennt man nach der ersten Zellteilung die beiden Zellen, so entwickelt sich jede von ihnen zu einem Halbkeim mit vier statt acht Plättchenreihen; nach Trennung im Vierzellenstadium erhält man vier Viertelkeime mit je zwei Plättchenreihen. Eine ähnlich frühe Festlegung begegnet uns im Keim der Rädertiere (s. 10. Kap.), der Fadenwürmer (s. 10. Kap.), der Weichtiere (s. Band III) und einiger Insekten (s. Band II). Bei der Mehrzahl der Tiere legen sich die Keimbezirke erst später fest, so daß hier aus getrennten Zellen des Zweizellenstadiums nicht Halbkeime, sondern vollständige »eineiege Zwillinge« (z. B. gelegentlich beim Menschen) und aus dem Vierzellenstadium ebenso »eineiege Vierlinge« (z. B. bei den Gürteltieren) entstehen. Wir nennen solche Keime »Regulationskeime«; es sei aber vermerkt, daß auch bei ihnen die Festlegung (Determination) zu diesem oder jenem Organsystem nicht gleichzeitig stattfindet.

Das Hauptlebensgebiet der Rippenquallen ist die Hochsee; nur wenige besiedeln auch die Küstenzone oder sind sogar vom Leben im freien Wasser der Hochsee bis zum festsitzenden Dasein auf dem Boden übergegangen. Von den rund achtzig Arten ziehen siebzug die wärmeren Meere vor; nur drei Arten wagen sich in arktische Gewässer, drei weitere Arten leben in der

▷
Hornkoralle mit sehr dicht stehenden Polypen von dem Großen Barriere-Riff.

Auf ihr hat sich ein Haarstern (s. Bd. III, S. 285) niedergelassen.

▷▷ und ▷▷▷

Oben v. links n. rechts: Weit ausladender Fächer einer Hornkoralle (Großes Barriere-Riff). Der Fächer steht quer zur Wasserströmung, so daß die Polypen einen möglichst großen Strömungsabschnitt befangen können.

Weißer Hornkoralle (*Eunicella stricta*; s. S. 252, vgl. Abb. S. 243), eine Hornkoralle des Mittelmeeres.

Typisch für sie sind die fast nebeneinander laufenden Äste.

Die Leuchtende Seefeder (*Pennatula phosphorea*; s. S. 256).

Unten v. links n. rechts: Zweig der Hornkoralle *Eunicella cavolinii* (s. S. 253, Abb. S. 242) mit dicht stehenden Polypen.

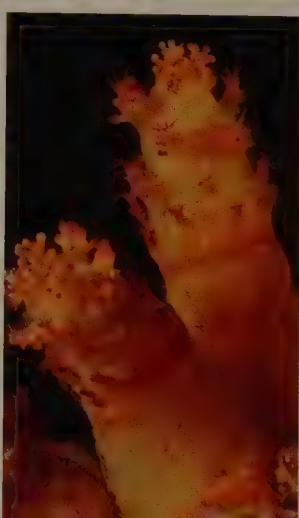
Nahaufnahme eines Polypen von *Veretillum cynomorium* (s. S. 257).

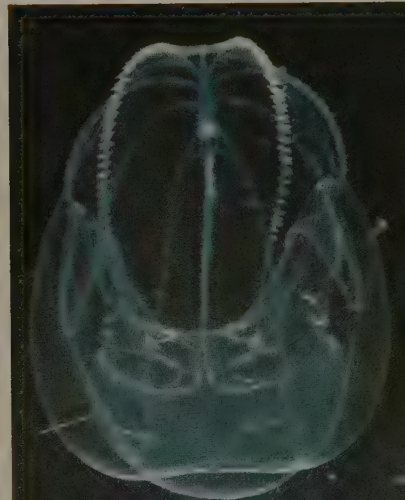
Paracyonium elegans, eine Weichkoralle des Mittelmeeres, die einen ausgeprägten Tag-Nacht-Rhythmus besitzt, indem sie sich mit Wasser aufpumpt und wieder zusammensinkt.

Die Vorderansicht der Seefeder *Pennatula phosphorea* zeigt die zweiseitig-symmetrische Anordnung der Polypen. Radiärsymmetrische Seefeder (*Veretillum cynomorium*) mit ringsherum weit abstehenden Polypen.

Pennatula phosphorea, Polypen voll entfaltet. Eine Rippenqualle (*Bolinopsis vitrea*, vgl. S. 267).









Oben:

Riffbildner, in erster Linie Steinkorallen und Kalkalgen, haben im Laufe erdgeschichtlicher Zeiträume mächtige Kalksteinmassen aufgebaut, wie hier in der Trias (vor ca. 200 Millionen Jahren) die Langkofel-Gruppe in den Dolomiten.

Unten:

Unter den für sie günstigen Lebensbedingungen tropischer Meere sind die Steinkorallen auch heute als Landbildner tätig. Sie errichten Saumriffe, Wall- oder Barriereriffe und Koralleninseln (Bild).

Tiefsee. Zwei Arten sind Weltbürger und kommen in allen Meeren vor, nämlich die SEESTACHELBEERE (s. unten) und die MELONENQUALLE I. E. S. (s. S. 270). Da die Ruderplättchen nur eine verhältnismäßig geringe Bewegungsenergie erzeugen können, bewältigen die Rippenquallen große Entfernungen dadurch, daß sie sich durch die Meeresströmungen dahintreiben lassen. So werden oft riesige Scharen von Rippenquallen zusammengetrieben; sie tun sich an Fischeiern gütlich und schmälern zudem durch Vertilgung der Schwebewesen die Kost der Jungfische. Stürmische See wiederum kann den zart gebauten Tieren zur Verderbnis werden, falls sie sich nicht rechtzeitig in tiefere und ruhigere Regionen zurückziehen können. Nach Sturmwetter trifft man oft längere Zeit kaum mehr unbeschädigte Rippenquallen an. Infolge der zarten Körperbeschaffenheit ist die Beobachtung und die Zurschaustellung lebender Rippenquallen ebenfalls recht schwierig; denn meist werden sie beim Fang zerfetzt. Durch die frühzeitige »Determination« sind sie auch nicht fähig, Wunden zu heilen. Nur in seltenen Fällen gelingt es, Rippenquallen (meist Melonenquallen) längere Zeit am Leben zu halten.

Das Kennzeichen der TENTAKELTRAGENDEN RIPPENQUALLEN (Unterklasse Tentaculifera) ist das in der mundabgewandten Hälfte des Körpers liegende Tentakelpaar, ferner ein röhrenförmiger Schlund. In verschiedenen tierkundlichen Werken wird für diese Unterklasse der Name »Tentaculata« verwendet, obwohl dieser Ausdruck für einen Stamm der Zweiseitentiere, nämlich für die Kranzfühler (s. Band III) schon längst vergeben ist. Auch der neuerdings verwendete Name Micropharyngea (Kleinschlunder; vom griechischen μικρός = klein, φαρυγξ = Schlund) ist nicht besonders geeignet, da ein großer Teil der Formen einen sehr großen Schlund hat. Aus diesen Gründen hat Kaestner die Bezeichnung Tentaculifera (Tentakelträger; vom lateinischen tentare = betasten, und vom griechischen φεω = tragen) vorgeschlagen und eingeführt. Die Unterklasse wird in fünf Ordnungen unterteilt: 1. Cydippen (s. unten), 2. Lappenrippenquallen (s. S. 266), 3. Venusgürtel (s. S. 267), 4. Platte Rippenquallen (s. S. 268), 5. Festsitzende Rippenquallen (s. S. 269).

Die CYDIPPEN (Ordnung Cydippidea) sind von kugelig bis birnen- oder beerenförmiger Gestalt. Sie besitzen zwei lange Tentakel, die völlig in die Tentakeltaschen zurückgezogen werden können. Ihre Nahrung besteht aus verschiedensten Schwebewesen, wie Kleinkrebschen und Krebslarven, Pfeilwürmern und frei schwimmenden Schnecken, aber auch Fischeiern und Fischbrut. Man glaubt übrigens heute, daß der von Jahr zu Jahr so unterschiedliche Ertrag der Heringsfischerei auf den durch außerordentliche Rippenquallenschwärme bedingten Ausfällen von Fischeiern und Jungheringen beruht. Als Musterbeispiel und wegen ihrer weltweiten Verbreitung auch als bekannteste Form ist die SEESTACHELBEERE (*Pleurobrachia pileus*; Höhe etwa 15, auch bis 30 mm) anzusehen. Sie kann vor allem im Frühjahr in der Nordsee massenweise auftreten und dringt auch — den niedrigeren Salzgehalt nicht scheuend — bis in die Ostsee, ja sogar in den Finnischen Meerbusen ein. Vom Atlantik her erreicht die Seestachelbeere das nördliche Eismeer. Innerhalb der Rippenquallen gehören die Cydippen zu den kleinen Formen.

Eine ausgesprochene Kaltwasserart ist die SEENUSS (*Mertensia ovum*; Höhe

bis 50 mm). Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt vor Labrador, im Winter zieht sie jedoch hinunter bis in die Gegend von New Jersey. Im Gegensatz dazu bewohnt *Hormiphora plumosa* die wärmeren Gewässer des Mittelmeers und des tropischen Atlantik; durch den Golfstrom verfrachtet, kann sie aber auch an der Küste Englands und Nordamerikas angetroffen werden. Eine echte Mittelmeerform ist *Callianira bialata* (Höhe rund 20 mm). Ihr Körper ist im Querschnitt rechteckig und besitzt am Scheitelpol zwei für sie bezeichnende lange Flügel. Im Pazifik leben verschiedene Rippenquallen der Gattungen *Hormiphora* und *Mertensia*. Beachtung verdient auch noch die als Schmarotzer in Salpen (frei schwimmend lebenden Manteltieren; s. Band III, S. 445) vorkommende Larve von *Eulampetia pancerina*. Sie wurde zuerst unter dem Namen *Gastrodes parasiticum* beschrieben. Die winzig kleinen Larven bohren sich in die gallertige Hülle von *Salpa fusiformis* ein und leben von den Blutkörperchen und Säften des Wirtes, wachsen heran und verlassen ihn auf heute noch unbekanntem Wege. Alle beschriebenen Cydippen sind durchsichtige, äußerst zerbrechliche Wesen, die höchstens zart rosa oder gelblich getönt sind.

Bei den LAPPENRIPPENQUALLEN (Ordnung Lobata) wächst die Schlundebene stärker als die Tentakel Ebene; dadurch ist der Körper seitlich zusammengedrückt. Neben jedem Winkel des langen Mundschlitzes hängt ein dünner Schwimmlappen herunter, dessen Breitseite parallel zur Tentakel Ebene liegt. Aus dem Ei entwickelt sich erst eine winzige Qualle, die auffallend einer kleinen Seestachelbeere gleicht und auch noch zwei lange Tentakel trägt. Man nennt dieses Stadium deshalb Cydippenlarve. Allmählich im Verlauf der nachembryonalen Entwicklung werden die Tentakel stark verkürzt, und die Tentakeltaschen verschwinden gänzlich. Parallel dazu erfolgt die Ausbildung der Schwimmlappen sowie zweier fingerförmiger, bewimperter Anhänge (Aurikel) an den Mundwinkeln. Im Gegensatz zu manchen anderen Rippenquallen können die Lappenquallen den Mund nicht weit aufreißen und dadurch Beute machen; auch das Absuchen der Umgebung nach Opfern mit Hilfe der Tentakel ist ihnen nicht möglich. Sie leben daher meist von kleinen Lebewesen wie Muschellarven und Larven verschiedenster anderer wirbelloser Tiere, die sie zum Teil mit den kurzen Tentakeln erbeuten, teils aber auch mit Hilfe der bewimperten Anhänge direkt in den Mund flimmern. Die Lappenquallen können sich nicht nur durch das Schlagen der Wimperplättchen gleichmäßig fortbewegen, sondern auch stoßweise durch rhythmisches Schlagen der Lappen. Dabei drehen sie natürlich die Schwimmrichtung um, und dem Rückstoßprinzip gemäß schwimmt die Lappenqualle dann mit dem Scheitelpol voran.

Im Mittelmeer lebt *Leucothea multicornis* (Höhe bis 60 cm). Ihr Körper ist sehr zart gebaut, und nur ganz selten gelingt es, ein unversehrtes Tier im Aquarium zu beobachten. Nach Stürmen treiben oft tagelang nur beschädigte Lappenquallen im Meer umher. Diese Art gehört neben dem Venusgürtel (s. S. 267) zu den größten Rippenquallen. *Leucothea* ist zart braun-rosa gefärbt und vollständig durchsichtig. Auf ihrer Oberfläche finden sich viele vorstreckbare Warzen, die dicht mit Klebezellen (Colloblasten) besetzt sind. Diese Warzen sind ebenfalls am Nahrungserwerb beteiligt. Die durch

Ordnung
Lappenrippenquallen

Klebezellen gefangenen Beutestücke werden von Warze zu Warze »weitergereicht«, bis sie vom Mund abgenommen werden können. Verwandte Arten von *Leucothea* leben auch im Atlantik und Pazifik. *Bolinopsis infundibulum* (Höhe bis 15 cm; vgl. Abb. S. 263) ist weit verbreitet im Atlantik (bis in die Ostsee) und im Mittelmeer. Zum Nahrungserwerb öffnet sie die Schwimmlappen weit auseinander und fängt so Schwebewesen, ähnlich wie die weitgeöffneten Flügel eines Schleppnetzes Fische erbeuten. Diese Nahrung wird durch Wimpern bis zu den Tentakeln geflimmert, dort mit den Klebezellen festgehalten, in Schleim gehüllt und in den Mund gebracht.

Sehr häufig ist an der nordatlantischen Küste Amerikas bis etwa Südkarolina die weißlich undurchsichtige *Mnemiopsis leidyi* (Höhe bis 10 cm; Abb. S. 271). Sie hat eine birnenförmige Gestalt; ihre Schwimmlappen sind um rund zwei Fünftel länger als der Körper. Nachts kann sie, vor allem in den Sommermonaten, ein sehr helles grünliches Meeresleuchten hervorrufen. Erstaunlich ist die Anpassungsfähigkeit des zarten Wesens an die Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt. Man hat Tiere beobachtet, deren Ruderplättchen noch bis zum völligen Einfrieren geschlagen haben. *Mnemiopsis* ernährt sich in erster Linie von Kleinkrebschen und Weichtierlarven. Tritt diese Qualle in größeren Scharen in der Nähe von Austernbänken auf, so hat das manchmal verheerende Folgen, da sie Tausende von Austernlarven vertilgen kann und damit den Nachwuchs dieser Muscheln gefährdet.

Vor einigen Jahren füllte ich weit draußen vor der Côte d'Azur bei Nizza einen Kanister mit frischem Meerwasser. Tagelang stand er im Kühlraum bei weniger als plus zehn Grad Celsius; das klare Wasser wurde zum Füllen von Fotoaquarien benützt. Eines Tages goß ich wiederum Wasser in ein flaches Laborgefäß. Als ich die Dunkelfeldbeleuchtung einschaltete, entdeckte ich, daß schon ein größeres Wesen darin herumschwamm. Trotz Transport, Umschütten und Kühlung fand ich eine unbeschädigte LAPPENQUALLE (*Bolina hydatina*) vor. Ihre Schwimmlappen sind verhältnismäßig klein, so daß man auf Anhieb eher an eine Cydippe dachte. Doch die fehlenden Tentakeltaschen und die kurzen Tentakel wiesen beim genauen Beobachten darauf hin, daß es sich um eine Lappenqualle handelte. Gemessen schwamm die Qualle im Laborgefäß umher. Ich fütterte sie mit frisch eingebrachtem Plankton, und sie lebte noch einige Tage in meiner Obhut. Mancher Besucher freute sich an den in allen Farben irisierenden Wimperplättchen, die scheinbar frei im Wasser lagen; sobald jedoch die Beleuchtung eingeschaltet wurde, »formte« sich der Quallenkörper im Dunkelfeld.

Ordnung Venusgürtel

Die VENUSGÜRTEL (Cestidea) bilden die dritte Ordnung der Rippenquallen. Auf einer der täglichen Ausfahrten zum Planktonfang, bei der sowohl Kleingeschwebe (Mikroplankton) mit den üblichen Fangnetzen als auch größere Wesen (Meso- und Makroplankton) mit kleinen, flachen Tellernetzen erbeutet werden, stieß ich in Villefranche-sur-Mer bei Nizza auf eine Massensammlung von VENUSGÜRTELEN (*Cestus veneris*; Breite höchstens 8 cm, Länge bis 150 cm; Abb. S. 271). Zu Hunderten schlängelten sich durchsichtige Gallertbänder durchs Wasser. Kaum zu glauben, daß dieses langgestreckte Wesen ebenfalls zu den Rippenquallen gehört. Man kann jedoch den Körperbau eines Venusgürtels sehr gut aus einer Cydippelarve herleiten, denn die

frühen Venusgürtellarven ähneln diesem Stadium ebenfalls. Nach der Embryonalzeit wächst der Körper in der Schlundebene stark in die Länge, als ob die Larven an den Mundwinkeln gefaßt und auseinandergezogen würden. Nun verläuft eine flache Mundrinne auf der mundseitigen Kante des Venusgürtels, die sich in der Körpermitte zu einem tiefen Schlund einsenkt. Beiderseits des Mundschlitzes findet sich ebenfalls eine Rinne, aus der die Seitenäste der Tentakel in Form gebogener Wimpern hervorthängen. Die Seitenästchen der Tentakel fangen die Nahrung, die aus Ruderfußkrebse und anderen kleinen Schwebewesen besteht, befördern sie zur Mundrinne und bringen sie von dort durch wellenförmige Bewegungen der Mundränder bis zu dem in der Körpermitte liegenden Schlund.

Durch die gewaltige Streckung der Mundebene sind natürlich auch die ihr zugehörigen vier Wimperrippen über die ganze scheidelseitige obere Kante des Venusgürtels ausgestreckt worden. Die der außergewöhnlich verkürzten Tentakelebene zugehörigen vier Wimperrippen sind ebenfalls verkürzt und tragen nur noch vier bis sechs Ruderplättchen. Die acht Rippengefäße erkennt man als je zwei feine Linien auf der Oberkante sowie als je zwei Linien in der Mitte des Bandes. Sie erstrecken sich von der Tentakelebene bis zu den seitlichen Kanten. Ebenfalls nach jeder Seite zieht auf der mundseitigen Kante ein Schlundgefäß. An den kurzen gerundeten Kanten verbinden sich alle diese Gefäße miteinander.

Obwohl die Venusgürtel auf den meisten Abbildungen in schlängelndem Bewegungszustand gezeichnet werden, ist dies der Ausnahmefall. Sind sie vollständig gestreckt, mit senkrecht gestellter Schlundebene, so »stehen« sie meist bewegungslos im Wasser, nur von der Strömung getragen; die Fischer haben dem Venusgürtel deshalb auch den volkstümlichen Namen »Meerschwert« gegeben. Ihr Körper ist so durchsichtig, daß uns nur der immer wieder über die oberen Ruderplättchenreihen huschende, irisierende, grüngoldene Schimmer die Lage des Tieres verrät. Sobald die Venusgürtel aber gestört werden, schwimmen sie mit anmutig schlängelnden Bewegungen davon, und der glashelle Körper bekommt einen bläulichen bis tief ultramarinen Farbton. Bei Dunkelheit können die Venusgürtel sehr stark leuchten. Eine Beobachtung dieser leuchtenden Bänder im Aquarium gehört mit zu den schönsten Erlebnissen, die uns die Hohltiere bieten können.

Kennt man die im freien Wasser lebenden, durchsichtigen Rippenqualen, so kann man es kaum glauben, daß die in der Ordnung PLATTE RIPPENQUALLEN (Platyctenidea) zusammengefaßten kriechenden Wesen ihre Verwandten sein sollen. Aus der durchsichtigen Cydippelarve ist ein plattgedrücktes Wesen entstanden, ein »Plättchen«, das uns in seiner Erscheinungsform und Lebensweise an einen Strudelwurm (Polyclade; s. 8. Kap.) erinnert. Die äußere Ähnlichkeit ist so verblüffend, daß die Zoologen einst glaubten, in den Platten Rippenqualen ein Übergangsstadium zwischen Hohltieren und urtümlichen Plattwürmern (s. 8. Kap.) entdeckt zu haben. Genaue anatomische Untersuchungen zeigten jedoch, daß dies nicht der Fall sein kann. Vergleicht man eine Platte Rippenqualle mit einer Seestachelbeere, so sieht man, daß die Hauptachse des Körpers zwischen Sinnes- und Mundpol auf wenige Millimeter zusammengestaucht ist. Der Körperquerschnitt (oder bes-

Ordnung
Platte Rippenqualen

ser: der Körpermitz) wurde oval, da die Tentakelebene stärker gewachsen ist als die Schlundebene. Der Mund wirkt gewissermaßen »weit aufgerissen«, und die Schlundwandung, also die Innenseite des Schlundes, wurde zur Kriechfläche. Dank ihrem Flimmerepithel kann eine Platte Rippenqualle auf einer Unterlage umherkriechen.

Zehn Arten dieser merkwürdigen Rippenqualen sind bis heute bekannt. Ihr Verbreitungsgebiet reicht vom Roten Meer über Indochina bis nach Japan. Sie leben also durchweg in warmen Meeren. Die »Plättchen«, die in der Tentakelebene meist um zehn Millimeter, bei einzelnen Arten bis zu sieben Millimeter messen, leben auf Krustenalgen oder auch auf Stöcken Achtstrahliger Korallen (s. S. 245), deren lebende Rinde (Coenosark) sie verdauen. Ihre Färbung reicht von Milchweiß über Grau, Gelb und Oliv bis Rot. Am stärksten an die Normalform einer Rippenqualle erinnert die Gattung *Ctenoplana*, die auch im Erwachsenenstand die kurze Reihe Ruderplättchen des Larvenzustandes beibehält. *Coeloplana* (Abb. S. 271 u. 277) stößt aber die Ruderplättchen beim Übergang zur kriechenden Lebensweise ab. Durch Zusammenklappen des Körpers in der Tentakelebene kann diese Form allerdings noch über kurze Strecken schwimmen. Platte Rippenqualen stoßen nur die Eier durch den Mund aus; für die Samenzellen sind besondere Ausführgänge vorhanden.

Ordnung Festsitzende Rippen- qualen

Im Jahre 1908 wurde im westgrönländischen Umanakfjord zum erstenmal eine festsitzende Rippenqualle, *Tjallfiella tristoma* (KL bis 6,5 mm), gefunden. Sie saß auf Seefedern (*Umbellula lindahlil*), die in Tiefen von 475 bis 575 Meter gedreht werden. Auch diese Art, die Vertreterin einer eigenen Ordnung, der FESTSITZENDEN RIPPENQUALLEN (*Tjallfiellidea*), besitzt eine cydippenähnliche Larve. Mit weitgeöffnetem Mund- und Schlundraum setzt sie sich — ähnlich wie die Platten Rippenqualen — auf der Oberseite ihres Wirtes fest. Auf den Schmalseiten der ovalen *Tjallfiella* findet sich ein schornsteinförmiges Rohr, durch das sie die Tentakel hervorstreckt. Da diese Rohre gleichzeitig mit dem Mundraum in Verbindung stehen, kann man sie als sekundäre Mundöffnungen bezeichnen. Die im Larvenstadium vorhandenen Ruderplättchen verschwinden mit zunehmendem Alter der Rippenqualle vollständig. In einem besonderen Brutraum, einer Ausbuchtung des Darmsystems, entwickeln sich die Eier; dann verlassen kleine, mit Ruderplättchen versehene Larven das Elterntier. Nach einiger Zeit setzen sie sich auf einem Wirtstier nieder und verwandeln sich in der oben erwähnten Weise zum ausgewachsenen Tier.

Unterklasse Mützenqualen

Ordnung Melonenqualen

Die Unterklasse der MÜTZENQUALLEN (*Nuda*) besteht nur aus der einzigen Ordnung MELONENQUALLEN (*Beroidea*; Körperhöhe bis 20 cm). Körperform fingerhut- beziehungsweise mützenförmig oder fäßchenartig; Hauptmerkmal ist das völlige Fehlen von Tentakeln und Klebezellen, sowohl im Erwachsenen- wie im Larvenzustand. Seitlich zusammengedrückt; Schlundebene gegenüber der Tentakelebene verlängert. Mundöffnung sehr groß; der angrenzende Schlund nimmt fast die ganze Körperbreite und über sechs Siebentel der Körperhöhe ein.

Blickt man durch den Mund ins Innere einer Melonenqualle, so gelangt man zu dem Eindruck, daß das ganze Tier hohl sei und keinerlei innere

Organe besitze. Man fragt sich, wie die Melonenquallen überhaupt zu ihrer Nahrung kommen, da sie ja keine Tentakel mehr besitzen. Der weitgeöffnete Mund mit der angrenzenden Schlundpartie dient wie ein Planktonnetz als Fangapparat. Damit die aufgenommene Nahrung jedoch durch die große Öffnung nicht gleich wieder entweicht, besitzt die Qualle im unteren Fünftel des Schlundes eine größere Zahl von Hakenzirren, die zum Scheidepol hin gebogen sind. Dort sitzen auch Giftdrüsen, deren Absonderung die Beute lähmt. Der eigentliche Magen ist sehr klein und befindet sich direkt unter dem Scheitelpol. Von dort aus gehen die Längsgefäße ab und verlaufen unter den Wimperrippen zum Mundrand. Sie geben seitlich unregelmäßig geformte Äste ab, die mit den Ästen der danebenliegenden Längsgefäße verbunden sein können. Dadurch entsteht das eigenartige marmorierte Aussehen der Qualle. Die Verzweigungen durchdringen selbst die ziemlich starke Mittelschicht und versorgen die ausgesprochen kräftigen Muskeln. Auch die beiden Schlundgefäße, die am Mundrand endigen, senden noch je einen Seitenast zu den Muskeln.

Die Melonenquallen gehören zu den schlimmsten Räubern unter den Rippenquallen. Man würde von diesen zarten Wesen kaum eine solche »Eßlust« erwarten, wenn sie nicht durch Beobachtungen belegt wäre. Schon F. Will hat 1843 in Triest festgestellt, daß die Lieblingsnahrung der Melonenquallen die verwandten Rippenquallen aus der Ordnung der Lappenquallen sind. Chun, einer der besten Kenner der Mittelmeer-Rippenquallen, hat in Neapel folgende Beobachtungen gemacht: Als er eine *Leucothea* zeichnen wollte, setzte er sie in ein Aquarium, das auch eine Melonenqualle beherbergte, die schon ziemlich lange gehungert hatte. Nach kurzer Zeit hatte die Melonenqualle — wahrscheinlich über den Weg der Geruchsorgane — die Anwesenheit einer Beute wahrgenommen. Mit weitgeöffnetem Munde begann sie unruhig umherzuschwimmen. Immer im Kreise herum suchend, gelangte sie schließlich in die Nähe der *Leucothea*. Mit einer raschen Wendung erfaßte sie mit weitgeöffnetem Mund die sich heftig wehrende Beute, die gut doppelt so groß war wie die Melonenqualle selbst. Nach kaum einer Viertelstunde hatte sie sich über die *Leucothea* »hinweggestülpt« und lag ballonartig aufgedunsen auf dem Boden. Die rasch herbeigerufenen Zeugen trauten ihren Augen kaum, als sie sahen, daß das kleine Wesen dermaßen umfangreiche Brocken bewältigen konnte.

Versuche haben gezeigt, daß Melonenquallen keine andere Nahrung als andere Rippenquallenarten zu sich nehmen. Insofern können sie natürlich der Fischerei von Nutzen sein, da sie ihre »schädlichen« Verwandten vertilgen. Als einzige Rippenquallen halten sich die Angehörigen der Gattung *Beroe* recht gut in Aquarien; einzelne Tiere lebten bis zu zweihundert Tage und nahmen auch Nahrung zu sich. Innerhalb von zwei Tagen erbeutete zum Beispiel eine *Beroe* drei andere Rippenquallen. Im Mittelmeer lebt die MELONENQUALLE I. E. S. (*Beroe ovata*, Höhe 10 cm, Abb. S. 271). Die weißlich- bis rosagefärbten Tiere treten oft in großen Schwärmen auf. Nachts leuchten sie stark blau bis blaugrün. Die größere GURKENQUALLE (*Beroe cucumis*, Höhe bis 16 cm) kommt wahrscheinlich in allen Meeren vor. Etwa fünfzig weitere Arten von Mützenquallen sind bis heute bekannt.

Oben links:

1. Seeblase oder Portugiesische Galeere (*Physalia physalis*; s. S. 194, Abb. S. 198), 2. Segelqualle (*Velella spirans*; s. S. 195), 3. *Praya diphyes*, 4. *Hali-stemma rubra*, 5. *Chelophyes appendiculata* (s. S. 195), 6. *Physophora hydrostatica* (s. S. 195), 7. *Abylopsis tetragona*

Oben rechts:

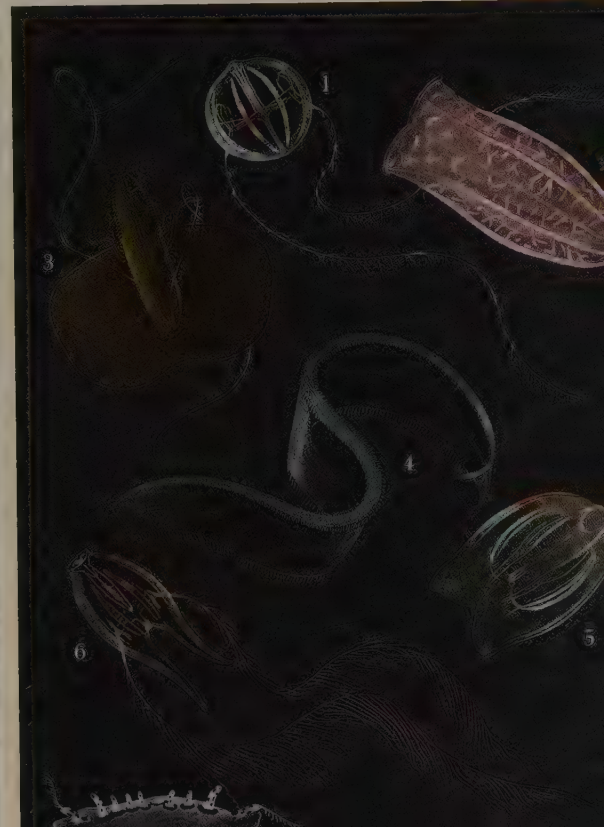
1. Sternkoralle (*Astroides calycularis*; s. S. 233, Abb. S. 238), 2. *Corynactis viridis*, 3. Wachsrose (*Anemonia sulcata*; s. S. 225), 4. *Aiptasia mutabilis* (vgl. S. 222), 5. *Caryophylla clavus* (s. S. 232), 6. *Ragactis pulchra*, 7. Edelsteinrose (*Bunodactis verrucosa*; s. S. 225, Abb. S. 201), 8. Mittelmeer-Zylinderrose (*Cerianthus membranaceus*; s. S. 235, Abb. S. 203), 9. *Tealia crassicornis*, 10. Seenenke (*Metridium senile*; s. S. 226, Abb. S. 199)

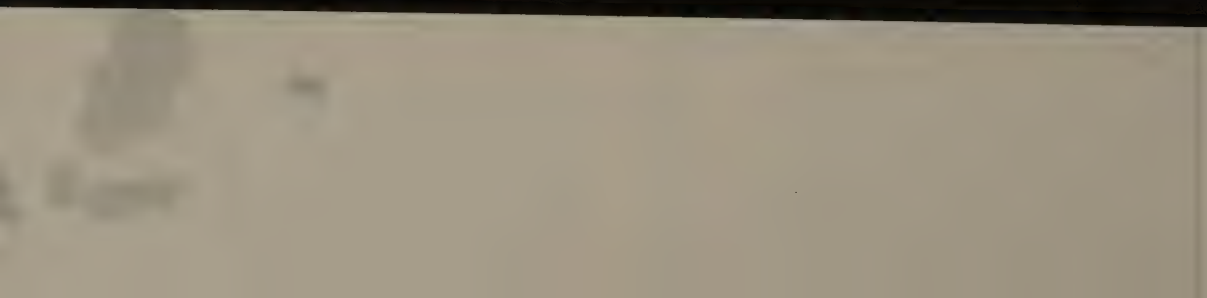
Unten links:

1. Seepeitsche (*Funicula quadragularis*; s. S. 257), 2. *Renilla amethystina* (vgl. S. 257), 3. *Umbellula antarctica* (s. S. 257), 4. *Eunephthya rosea*, 5. *Tubipora purpurea* (vgl. S. 247), 6. Meerhand (*Alcyonium digitatum*; s. S. 245, Abb. S. 240), 7. *Cornularia cornucopeia* (s. S. 247), 8. Graue Seefeder (*Pteroides griseum*; s. S. 256)

Unten rechts:

1. Seestachelbeere (*Pleurobrachia pileus*; s. S. 258), 2. Melonenqualle (*Beroe ovata*; s. S. 270), 3. *Eucharis multicornis*, 4. Venusgürtel (*Cestus veneris*; s. S. 267), 5. *Mnemiopsis leidyi* (s. S. 267), 6. *Callianira bialata*, 7. *Coeloplana gonoctena* (vgl. S. 269)





Siebentes Kapitel

Die Zweiseitentiere

Unterabteilung
Zweiseitentiere
von P. Rietschel

Im Gegensatz zu den Hohltieren, deren Teile mehr oder weniger strahlig um eine Körperachse angeordnet sind, weisen die übrigen vielzelligen Tiere eine zweiseitige Symmetrie auf: Eine gedachte Mittelebene (Symmetrie-Ebene) teilt den Körper in spiegelbildlich gleiche Hälften. Selbst die von neuem wieder strahlig gebauten Stachelhäuter, zum Beispiel die Seesterne und die Seeigel (s. Band III), besitzen noch zweiseitig-symmetrische Larven. Man faßt alle diese Tiere als »BILATERALIA« (»Zweiseitentiere«) zusammen.

In ihrer frühen Entwicklung wiederholen die Bilateralitiere den einfachen Aufbau der Hohltiere aus zwei Schichten, dem Hautblatt (Ektoderm) und dem Darmblatt (Entoderm). Der Hohlraum zwischen diesen beiden Schichten ist die »primäre Leibeshöhle«; der vom Darmblatt umkleidete Hohlraum, der dem Magenraum der Hohltiere entspricht, ist der »Urdarm«. Er öffnet sich am Umschlagrand der beiden Blätter nach außen als »Urmund« (Blastoporus). Im »Urmundfeld« (Blastoporusregion) entstehen Mund und After dadurch, daß sie beim Verschuß des Urmundes offenbleiben oder daß sie nachträglich durchbrechen. Bei der Mehrzahl aller Tiere ist der Mund ein solcher Urmundrest. Wir nennen sie die »URMÜNDER« (Protostomia). In einigen Tierstämmen (s. Band III ab S. 273 und alle ihm folgenden Bände) dagegen bricht der Mund im Urmundfeld erst nachträglich durch. Der After kann hier ein offengebliebener Rest des Urmundes oder ebenfalls eine Neubildung sein. Alle diese Stämme fassen wir als »NEUMÜNDER« (Deuterostomia) zusammen. — Die Zweiseitentiere verharren im Gegensatz zu den Hohltieren nicht auf der Stufe der Zweischichtigkeit. Zwischen Haut- und Darmblatt tritt ein Füllgewebe (Parenchym) und vielfach ein die »sekundäre Leibeshöhle« (Coelom) auskleidendes »Mittelblatt« (Mesoderm). Seine Bildung ist bei Ur- und Neumündern verschieden: Bei den Urmündern geht es auf eine Urmesodermzelle (Mesoblast) zurück, bei den Neumündern aber entsteht es durch Abfaltung aus dem Darmblatt.

Schon früh in der Geschichte des tierlichen Lebens fand diese Spaltung des Tierreichs in die beiden Hauptäste der Urmünder und der Neumünder statt. Von den heute lebenden Tierstämmen zweigten nahe dieser Gabel die Kranzföhler (s. Band III, S. 226) und die Pfeilwürmer (s. Band III, S. 266) ab. Die Urmünder erreichten ihre Entwicklungsspitze in den Gliederfüßern und den Tintenschnecken, die Neumünder in den Wirbeltieren. Wir behandeln nun bis Band III, S. 272, die Urmünder.

Die bläuliche Lungenqualle (*Rhizostoma pulmo*; s. S. 219 u. Abb. S. 183) tritt im Atlantik und Mittelmeer häufig in großen Schwärmen auf. Die Mundarme bilden acht Lappen, die im Inneren eine Röhre einschließen, außerdem aber in halber Höhe und am Glockenansatz so vielfach gefaltet und gekräuselt sind, daß es aussieht, als hänge ein Büschel verfilzter Wurzeln aus dem Schirm herab.

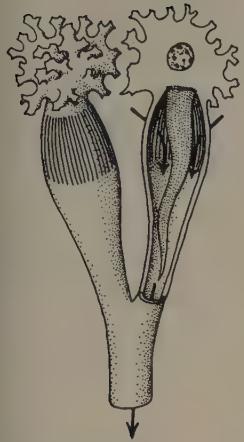
Achstes Kapitel

Plattwürmer und Kiefermündchen

Die PLATTWÜRMER (Stamm Plathelminthes) lassen wie die Hohltiere ein äußeres Hautblatt (Ektoderm) und ein den Darm auskleidendes inneres Darmblatt (Entoderm) unterscheiden; doch zwischen ihnen befindet sich ein lockeres Zwischengewebe (Parenchym). In ihm sind Nervenstränge und Muskelzellen, Ausscheidungs- und Fortpflanzungsorgane eingelagert. Es ist durchaus nicht nur Füllgewebe, denn seine Zellen speichern auch Vorratsstoffe (Fett und das Kohlenhydrat Glykogen). Organe der Atmung und des Kreislaufs fehlen den Plattwürmern noch, doch die Flüssigkeit in den Maschen zwischen den Zellen des Parenchyms dient zweifellos auch der Beförderung der Atmungsgase und der Nahrungs- und Ausscheidungsstoffe. Vermißt wird auch die Leibeshöhle; es gibt jedoch Anzeichen für die Annahme, daß sie einst vorhanden war und im Verlauf der Stammesgeschichte verschwand. Schon bei den Hohltieren trifft man zwischen dem Haut- und dem Darmblatt Füll- und Stützgewebe (Mesogloea) an, so in der Gallerte des Schirms der Medusen (s. S. 176); es ist jedoch ein Abkömmling des Hautblattes im Gegensatz zum Parenchym der Plattwürmer. Während der Frühentwicklung geht das lockere Zwischengewebe nämlich aus denselben Furchungszellen (Mesoblasten) hervor wie das mittlere Keimblatt (Mesoderm) der Igelwürmer, Spritzwürmer, Weichtiere und Gliederwürmer. Wir dürfen also das Parenchym der Plattwürmer dem Mesoderm der Leibeshöhlen-Urmünder gleichsetzen, auch wenn es hier keine Leibeshöhle umschließt.

Die Nervenzellen der Plattwürmer sind an dem einen Körperpol als »Gehirn« angehäuft; an ihm befinden sich auch die Organe des Licht- und des Schweresinnes. Dieser Pol wurde damit zum »Kopfende«, und wir können von den Plattwürmern an bei fast allen Tieren ein kopfwärtiges (craniales) Vorderende und ein schwanzwärtiges (caudales) Hinterende, eine Rückenseite (Dorsalseite) und eine Bauchseite (Ventralseite), sowie eine rechte und eine linke Körperseite unterscheiden. Vom Gehirn der Plattwürmer ziehen ein oder mehrere Paare von Nervensträngen der Länge nach durch den Körper von vorn nach hinten. In ihnen sind die Nervenzellen noch nicht zu Nervenknoten (Ganglien) zusammengefaßt, sondern verteilen sich über die ganze Nervenbahn. Solche Nervenstränge nennt man »Markstränge«. Unter der einfachen Zellschicht der Haut, die mit Wimpern oder mit einem Oberhäutchen (Cuticula) versehen ist, liegen Längs- und Ringmuskeln, die zusammen einen Hautmuskelschlauch darstellen. Andere Muskelzellen ziehen von der

Stamm
Plattwürmer
von P. Rietschel



Protonephridium eines Plattwurms. Links von außen, rechts aufgeschnitten, um die Wimperflamme zu zeigen. Pfeile: Weg des Wassers.

Rücken- zur Bauchseite. Der in das lockere Zwischengewebe (Parenchym) eingebettete Darm öffnet sich unterseits im Mund nach außen; bei den Bandwürmern ist er in Anpassung an ihr Schmarotzertum rückgebildet. Ein After fehlt; unverdauliche Nahrungsreste werden durch den Mund entleert.

Im Gegensatz zu den Hohltieren besitzen die Plattwürmer im Maschenwerk ihres Parenchyms eine Gewebeflüssigkeit, deren Salzgehalt oft höher ist als der des umgebenden Wassers. So dringt in diese Tiere von außen her ständig Wasser ein, das wieder herausgeschafft werden muß; mit ihm werden auch die in der Gewebeflüssigkeit des Parenchyms gelösten Abfälle des Stoffwechsels entfernt. Dieser Aufgabe dienen Ausscheidungsorgane (Protonephridien), die bei vielen höheren Wirbellosen bis hinauf zum Lanzettfischchen (s. Band III, S. 453) wiederkehren. Ihre Aufgabe entspricht also der des pulsenden Bläschens der Einzeller (s. S. 90). Sie bestehen aus einer »Endzelle«, die mit einer langen Wimperflamme versehen ist; mit dieser Flamme ragt sie in einen Ausführungskanal hinein. In ihm wird das von der Zelle ausgeschiedene Wasser mitsamt der gelösten Abfallstoffe mit Hilfe weiterer Wimperzellen nach außen geleitet.

Schon mit den genannten Organen stehen die Plattwürmer hoch über den Hohltieren. Ihre meist zwittrigen Organe der Fortpflanzung gehören sogar zu den höchstentwickelten im Tierreich überhaupt. Bereits bei einem Teil der Strudelwürmer (s. S. 280) begegnen wir einer eigenartigen Versorgung der Eier mit Nahrungsvorrat; sie hat sich bei den von Strudelwürmern abstammenden Saug- und Bandwürmern (s. S. 291 und S. 299) erhalten: Während sonst dem Ei die Nahrung für die erste Zeit seiner Entwicklung in Form von eingelagertem Dotter mitgegeben wird, erhält es bei diesen Tieren als Beigabe einige bis mehrere tausend Dotterzellen, die es umgeben und die während der Frühentwicklung abgebaut werden. Die Eizelle und die Dotterzellen befinden sich in einer gemeinsamen Hülle; daher muß die Eizelle bereits im Mutterleib befruchtet werden. Während die Hohltiere Eier und Samen dem umgebenden Wasser anvertrauen, in dem sich die Befruchtung vollzieht, begegnen wir hier einer Befruchtung innerhalb der Mutter, der eine Begattung vorausgehen muß. Bei aller Einfachheit im sonstigen Aufbau sind daher die Fortpflanzungsorgane der Plattwürmer von höchster Vollkommenheit. Die einstmalen einheitlichen Eierstöcke sind nun in Eierstock und Dotterstock aufgeteilt; der eine liefert die Eizellen, der andere deren Verpflegung, die Dotterzellen. Der männliche Ausführungsgang kann in einem Begattungsglied (Penis) enden, oder sein Endabschnitt stülpt sich bei der Begattung zu einem Anhang (Cirrus) aus.

Stammesgeschichte der Plattwürmer von E. Thenius

Über der stammesgeschichtlichen Herkunft der Plattwürmer liegt noch immer das Dunkel der Vorzeit, die uns von ihrem zarten Körper nur spärliche Reste ohne stammesgeschichtliche Bedeutung überlieferte. Zweifellos befinden sich die Strudelwürmer nahe der Wurzel der Zweiseitentiere (Bilateral-tiere); doch es verdichtet sich immer mehr der Verdacht, daß manche ihrer einfachsten Vertreter erst nachträglich in diese Einfachheit abgesunken sein könnten. Aus Strudelwürmern mit getrennten Eier- und Dotterstöcken gingen die übrigen Plattwürmer hervor. Die Zeiten, zu denen dies geschah, mag

BAUPLÄNE DER HOHLTIERE

1 Seerosen (Ordnung Actinaria; s. S. 221), Purpurrosen (*Actinia*; s. S. 222), angeschnitten:

Schlundrohr mit äußerem Keimblatt ausgekleidet und in den Magenraum eingestülpt, Scheidewände des Magens (Mesenterien) mit Längsmuskeln (vorne quer durchgeschnitten), Keimzellen in den Mesenterien, darunter fadenförmige »Acontien«, Magenfächer oben durch Öffnungen der Mesenterien (Stomata, Einzahl das Stoma) untereinander verbunden.

2 Steinkorallen (Ordnung Madreporaria; s. S. 226), Sternkoralle (*Astroides calycularis*; s. S. 233 sowie Abb. S. 238 u. 271):

2a junger Polyp; 2b Kolonie, ein Polyp angeschnitten, rechts ein Kalkskelett. Die Hartscheidewände (Sklerosepten) zwischen den weichen Scheidewänden (Mesenterien) durch einen Ringwall (in 2a) verbunden. Eine harte Grundplatte (in 2a), über ihr später neue Querböden (in 2b), in der Mittelachse oft eine Säule (Columnella, in 2b).

3 Rippenquallen (Klasse Ctenophora; s. S. 258):

3a Seestachelbeere (*Pleurobrachia pileus*; s. S. 258 u. Abb. S. 271), ganzes Tier, quer durchgeschnitten, obere

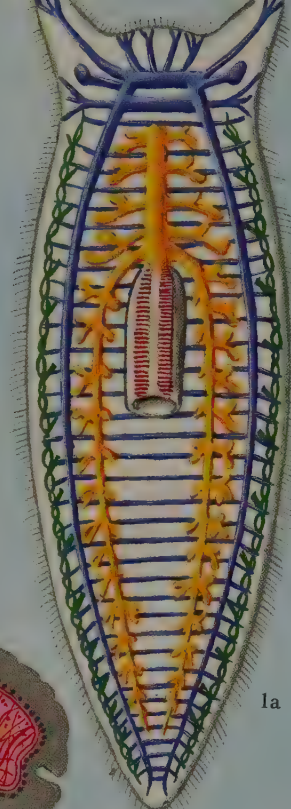
Hälfte mit Scheitelpol, untere mit Mundpol (im Leben nach oben gerichtet). Zwei Symmetrieebenen: eine ist die Bildebene (in ihr die Tentakeltaschen, daher »Tentakalebene«), die andere durch Scheitel- und Mundpol senkrecht zu ihr (»Schlundebene«, da der Schlund in ihr abgeplattet ist, im Bild nicht zu erkennen). In gleicher »Disymmetrie« sind die Geschlechtszellen (Zwitter!) angeordnet, dagegen die Wimperplättchenreihe in achtstrahliger Radiärsymmetrie. Der Darm mündet in der Tentakalebene am Scheitelpol in zwei Poren nach außen. 3b Scheitelpol mit dem Scheitelorgan (Lagesinn): Wimperglocke mit Schweresteinchen (Statolith), das auf vier Wimperfedern ruht. 3c Klebezelle einer Rippenqualle (*Coeloplana*; s. S. 269).

Teilbilder 1, 2a und 3a in den schematischen Farben wie die Abbildungen auf S. 175, und zwar: Weiß = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Hellblau = Nervensystem; außerdem Karminrot = Muskeln, Veilchenfarben = männliche Fortpflanzungsorgane.

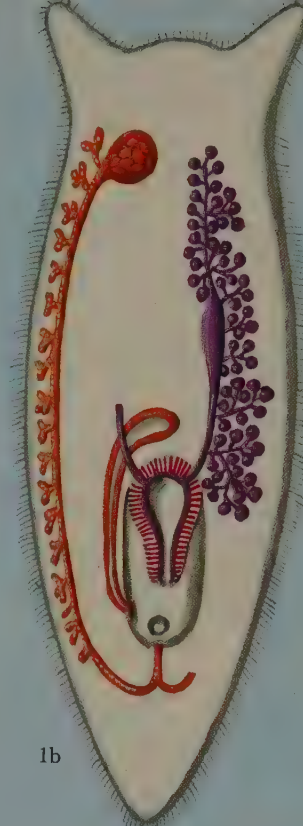




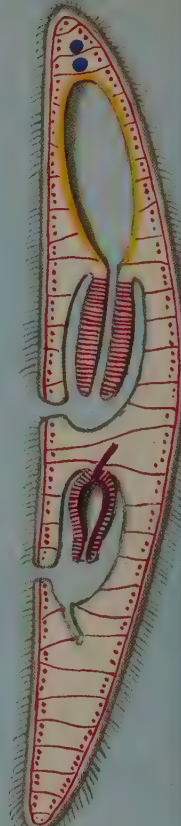
1e



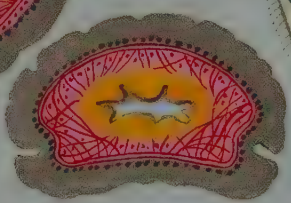
1a



1b



1c



1d



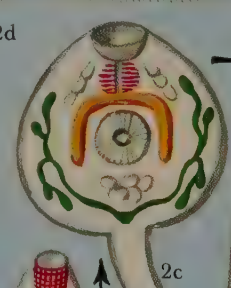
2d



3a



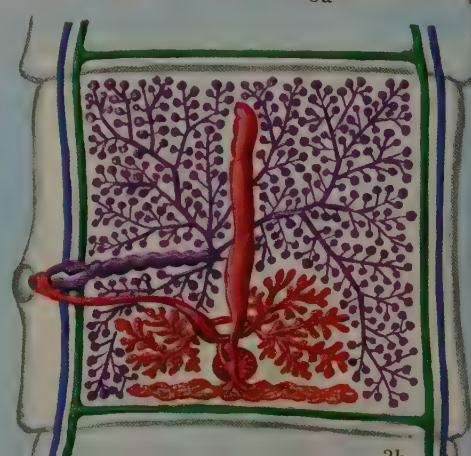
2a



2c



2e



3b

BAUPLÄNE DER PLATTWÜRMER

1 Strudelwürmer (Klasse Turbellaria; s. S. 280):

1a und 1b in Aufsicht, 1c im Längsschnitt, 1d im Querschnitt, 1e die Gattung *Xenoturbella* (s. S. 282) im Längs- und Querschnitt. In 1a sind Schlund, Darmkanal, Nervensystem und Ausscheidungsorgane dargestellt, in 1b links die ♀♀ und rechts die ♂♂ Fortpflanzungsorgane; links vorn der Eierstock, seitlich die Dotterstöcke, beide über den Eileiter von hinten her in den Geschlechtsvorraum (das Genitalatrium) mündend, ebenso von der Seite her die Gebärmutter (der Uterus); rechts die Hoden, der Samenleiter und das muskulöse Begattungsglied, das oft ebenfalls im Atrium liegt. In 1c und 1d sind die Längs-, Ring- und Quermuskeln eingetragen. 1a und 1d zeigen das rechtwinkelige (orthogonale) Nervensystem mit den Längsstämmen (zwei rückenseitige, zwei seitliche und zwei bauchseitige) und ihren Querverbindungen. 1d *Xenoturbella* mit Hautnervennetz ohne Nervenstämmen, Eier im mesenchymatischen Füllgewebe (Parenchym, rosa) und Darmblatt (gelb) einzeln, nicht im geschlossenen Eierstock.

2 Saugwürmer (Klasse Trematodes; s. S. 291); die drei Generationen eines Saugwurms (Unterklasse Digenea; s. S. 293):

2a Wimperlarve mit Kopfdrüsen, Gehirn, Protonephridien und sich entwickelnden Stablarven; 2b aus der Wimperlarve entwickelter Brutschlauch, noch darmlos; 2c Stablarve mit Schlund und einfachem Darm, sich in ihr entwickelnden Schwanzlarven und Geburtsöffnung in der Körperwand (vor dem Darm); 2d Schwanzlarve mit Mund- und Bauchsaugnapf, Schlund, Gabeldarm und Ruderschwanz, Stirndrüsen, doch noch ohne Fortpflanzungsorgane; 2e durch Reifung und Verlust des Ruderschwanzes aus der Schwanzlarve entstandener Saugwurm.

3 Bandwürmer (Klasse Cestoda; s. S. 299):

Reifes Glied: 3a des Fischbandwurms (*Dibothriocephalus latus*; s. S. 309), 3b des Rinderbandwurms (*Taenia*

rhynchus saginatus; s. S. 300; der Übersicht wegen links der Dotterstock und rechts die Hoden fortgelassen).

♂♂ Organe: Zahlreiche Hodenbläschen an verzweigten Ausführungsgängen, Samenleiter mündet in der Mittellinie (3a) oder randlich (3b) mit ausstülpbarem »Cirrus«. ♀♀ Organe: Paarige Eierstöcke (in 3a traubig, in 3b verästelt) münden mit Ausführungsgang in die Eibildungskammer (Ootyp), Dotterstock (in 3a paarig seitenständig, in 3b unpaar hinterrandständig) mündet ebendort. Gebärmutter (Uterus) in 3a gewunden, frei mündend (daher Eiablage ganzer Glieder), in 3b mittelständiger Blindschlauch (daher Eiablage bei Zerfall des Gliedes) entspringt ebenfalls der Eibildungskammer. Von der Begattungstasche (dem Cirrusbeutel) zieht der Begattungskanal (die Vagina) zum Eileiter, kurz vor der Vereinigung zum Samenbehälter (Receptaculum seminis) erweitert. Begattung (auch Selbstbegattung): Cirrus des jüngeren (männlichreifen) Gliedes im Cirrusbeutel des älteren (weiblichreifen) Gliedes. Eierstöcke (Ovarien) in kleine Keim- und große Dotterstöcke gespalten. Dotterzellen kriechen in diesem Falle im Dottergang zum Eileiter (Ovidukt), in einer Erweiterung desselben (Ootyp) umgeben tausend bis zweitausend Dotterzellen je eine befruchtete Eizelle und schließen sich mit ihr zusammen in eine Schale ein, deren Substanz die Dotterzellen meist selbst abscheiden. Befruchtung an der Vereinigung des Befruchtungskanal mit dem Eileiter.

Farbegebung wie die Abbildungen auf Seite 277, und zwar: Grau (statt bisher Weiß) = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenfarben = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem; außerdem Grün = Ausscheidungsorgane, Weiß = Parenchym mit Ausnahme der Abbildungen 1e (hier Rosarot).

man aus dem erdgeschichtlichen Alter der Wirtstiere dieser Schmarotzer ablesen. So reichen die vorwiegend an Fischen schmarotzenden Saugwürmer der Unterklasse Monogena (s. S. 292) nach der Ansicht von Cameron bis in das Erdaltertum zurück; die Unterklasse Digena (s. S. 293) als Vogel- und Säugetierschmarotzer dagegen ist frühestens im Erdmittelalter entstanden. Unter sechs Ordnungen der Bandwürmer schmarotzen die Angehörigen von dreien nur in Haien und Rochen, die einer vierten Ordnung in ebenso urtümlichen Altfischen; deshalb dürfen wir die Bandwürmer, obwohl zahlreiche Vertreter von ihnen in Vögeln und Säugern schmarotzen, doch als eine stammesgeschichtlich alte Tierklasse betrachten.

Zu anderen, höheren Tierstämmen zeigen die Plattwürmer eine bemerkenswerte Verwandtschaft: Die einfachsten Strudelwürmer, die noch keine Dotterstöcke besitzen, gleichen in den ersten Teilungsschritten ihrer Eier den Schnurwürmern (s. S. 318), den Igel- und Spritzwürmern (s. S. 358), den Gliederwürmern (s. S. 361) und den Weichtieren (s. Band III) in ganz auffälliger Weise, die nicht als Zufall zu deuten ist. Diese verbindende Ähnlichkeit ist die »Spiralfurchung«. Den großen Verwandtschaftskreis, in dem wir alle Tiere mit Spiralfurchung und auch alle, die von ihnen abstammen, vereinigen, nennen wir »Spiraltiere« (Spiralia). Sie umfassen über neun Zehntel des gesamten Tierreichs; unter ihnen stehen die Plattwürmer der gemeinsamen Wurzel am nächsten.

Unter den Plattwürmern sind die STRUDELWÜRMER (Klasse Turbellaria; Abb. S. 278) die ursprünglichsten; ohne Zweifel gingen die beiden Schmarotzerklassen der Saug- und der Bandwürmer aus ihnen hervor. Zudem stehen sie wohl überhaupt der Wurzel der Zweiseitentiere (Bilateria; s. S. 273) oder doch zumindest der Urmünder am nächsten. So befinden sie sich heute in der stammesgeschichtlichen Forschung mitten im Streite der Meinungen; ein Glück, daß sich diese altertümliche und dadurch so aufschlußreiche Tiergruppe bis in die heutigen Tage mit etwa dreitausend bekannten Arten hinüberrettete. Ihre Mehrzahl lebt im Meer; viele sind Süßwasserbewohner, darunter etwa einhundertfünfzig Arten in Deutschland, und einige Arten eroberten sogar das feuchte Land. Die meisten Strudelwürmer sind kaum halbzentimeterlang, die kleinsten sind kleiner als große Einzeller; am größten ist die Gewächshausplanarie (s. S. 288) mit sechzig Zentimeter Länge. Als Plattwürmer sind die Strudelwürmer wurmförmig und abgeplattet, die längeren Arten bandförmig, viele kleinere aber, von oben gesehen, ei- bis fast kreisrund.

Strudelwürmer heißen diese Tiere wegen ihrer zumindest unterseitigen Bewimperung; die kleineren Arten bewegen sich allein durch den Strudel dieser Wimpern fort. Der dabei erzeugte Wirbel (lateinisch »turbo«) gab ihnen den wissenschaftlichen Namen. Neben Wimperzellen enthält die Haut Schleimzellen; ihr Schleim dient ebenfalls der Ortsbewegung. Zudem schützt er den zarten Körper vor Verletzungen, vor dem Eindringen von Bakterien und vor Verpilzung. Versuche ergaben auch, daß Fische diesen Schleim verabscheuen — ein weiterer Schutz für den Wurm. In Zellen unter der Haut werden stäbchenförmige Gebilde (Rhabdite) erzeugt, die in die Zellen der Haut

Klasse
Strudelwürmer
von P. Rietschel und
P. Röben

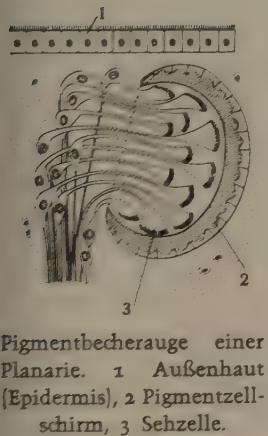
einwandern und ausgestoßen zu mehrfachem Umfang verquellen. Auch sie bilden einen Schutz. Schließlich befördern von Nesseltieren lebende Strudelwürmer die Nesselkapseln ihrer Beute in ihre eigene Haut und verwenden sie dann selbst zur Abwehr. Man nennt sie dann »Cleptocniden«, auf deutsch »gestohlene Nesseln«.

Unter der Haut besitzen die Strudelwürmer einen Hautmuskelschlauch aus Längs- und Ringmuskeln, ferner Muskeln, die von der Rücken- zur Bauchseite ziehen. Mit ihrer Hilfe können sich die Tiere strecken, verkürzen und einrollen; manche vermögen sich auch egelartig fortzubewegen. Einige Arten lassen sogar mittels dieser Muskeln Verdickungswellen von vorn nach hinten über ihren Körper laufen und kriechen auf diese Weise vorwärts.

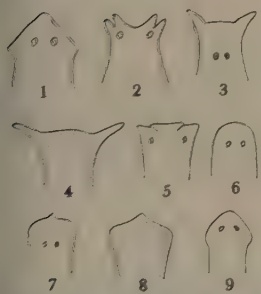
Der Mund der Strudelwürmer liegt stets auf der Bauchseite, entweder in der Körpermitte oder nahe dem Vorder- oder Hinterende. Mit dem Darm verbindet ihn meist ein Schlund (Pharynx) von verschiedenem Bau, der vielfach vorstülzbar ist. Manche Arten besitzen mehrere Münder und Schlünde, dagegen fehlt stets ein echter After. Wie die Hohltiere entleeren die Strudelwürmer daher das Unverdauliche der Beute wieder durch den Mund. Der Darm kann stabförmig, gegabelt oder verzweigt sein; bei den Acoelen (s. S. 285) besitzt er keinen Hohlraum, sondern ist von einem lockeren Gewebe ohne Zellgrenzen (Synzytium) erfüllt. Das ist jedoch sicher ein abgeleiteter Zustand; denn die viel einfacher gebauten Hohltiere verfügen bereits über einen mit Zellen ausgekleideten Verdauungsraum. Die Nahrung wird im Darm der Strudelwürmer durch Verdauungssäfte (Fermente) nur grob gespalten; dann nehmen Nährzellen der Darmwandung die Bruchstücke wie Einzeller in sich auf und verdauen sie vollends. Die Verdauung ist daher innerzellig (intrazellulär) wie bei den Schwämmen und Hohltieren. Die Hauptaufgabe der Ausscheidungsorgane (Protonephridien; s. S. 275) besteht in dem Herausschaffen des von außen eindringenden Wassers bei den Süßwasserformen. Diese Organe sind daher bei den im Meer lebenden Arten nur gering entwickelt oder fehlen völlig.

Mit Sinnesorganen sind die Strudelwürmer als frei lebende und frei bewegliche Tiere reichlich versehen. Dem Tastsinn dienen Sinneszellen vor allem an den Körperändern, dem chemischen Sinn Hautfelder am Vorderende und am Schlund. Die Strömungsrichtung des Wassers wird wohl von allen Strudelwürmern wahrgenommen; bei *Mesostoma* (s. S. 291) befinden sich hierfür am Körperende vier Paare borstentragender Zellen. Auch Sinnesorgane zur Wahrnehmung der Schwerkraft (Statocysten) hat man bei den Acoelen (s. S. 285), einigen Catenuliden (s. S. 286) und vielen höheren Strudelwürmern gefunden. Vor allem aber ist eine große Zahl von Strudelwürmern mit Augen ausgestattet, die aufgrund ihrer Verteilung auch die Richtung des einfallenden Lichtes wahrnehmen; zum Bildsehen sind sie nicht fähig. Sie sind die auffallendsten Sinnesorgane; Zahl und Anordnung gelten daher beim Bestimmen von Strudelwürmern als wichtige Merkmale. Auch wenn Augen fehlen, sind die Strudelwürmer durch die Zellen ihrer Haut lichtempfindlich.

Ein unmittelbar unter der Haut der Strudelwürmer gelegenes Nervengeflecht erinnert sehr an die Verhältnisse bei den Hohltieren. Im Gegensatz zu



Pigmentbecherauge einer Planarie. 1 Außenhaut (Epidermis), 2 Pigmentzellschirm, 3 Sehzelle.



Augenstellung als Bestimmungsmerkmal bei den häufigsten einheimischen Planarien. 1 *Dugesia gonocephala*, 2 *Bdellocephala punctata*, 3 *Crenobia alpina*, 4 *Polycelis cornuta*, 5 *Dendrocoelum lacteum*, 6 *Planaria torva*, 7 *Fonticola vitta*, 8 *Polycelis nigra*, 9 *Dugesia lugubris*.

ihnen besitzen die Strudelwürmer in Anpassung an ihre freie Beweglichkeit ein mit Sinnesorganen reichlich ausgestattetes Kopfende. Dieser Anhäufung von Sinneszellen entspricht eine Anhäufung der sie versorgenden Nervenzellen; wir begegnen hier also erstmals im Tierreich einer Art Gehirn. Von ihm ziehen bis zu vier Paar Längsnervenstränge nach hinten; sie sind untereinander durch Quernerven verbunden. Dieses rechtwinkelige (orthogonale) Nervensystem ist der Ausgangszustand für die Nervensysteme anderer Tiergruppen und liefert daher den Schlüssel zu ihrem Verständnis.

Alle diese Organe der Strudelwürmer stehen auf einer noch verhältnismäßig niederen Entwicklungsstufe. Um so erstaunlicher ist es, daß sich ihre Fortpflanzungsorgane zu einer beachtlichen Höhe entwickelten. Während bei den Schwämmen und Hohltieren die Samenzellen dem Wasser anvertraut werden, begegnet uns hier erstmals der Vorgang der Paarung. Der Gattung *Xenoturbella* (s. S. 285), die am einfachsten gebaut ist, fehlen hierfür noch jegliche Organe; nach den Deutungen von Beklemischew hingegen besitzt sie bereits ein Paarungsverhalten: Die durch den Mund entleerten Samenzellen werden einem anderen Artgenossen auf die Haut geklebt, durchbrechen sie und wandern in das lockere Zwischengewebe (Parenchym) zu den einzeln liegenden Eizellen, mit denen sie sich vereinigen. Der stammesgeschichtliche Fortschritt im Verhalten eilt hier dem Fortschritt im Bau voraus — ein Vorgang von vielleicht sehr großer Reichweite.

Bei anderen Strudelwürmern liegen Samen- und Eizellen nicht mehr verstreut im Parenchym, sondern bilden geschlossene Gruppen oder geschlossene Organe — Hoden und Eierstöcke. Stets finden sich in einem Tier beide Organe; die Strudelwürmer sind Zwitter. Bei zahlreichen Strudelwürmern hat nun in den Eierstöcken eine Arbeitsteilung stattgefunden: Ein Teil der Zellen wird zu nährstoffarmen Eiern, ein anderer zu nährstoffreichen Dotterzellen. Sie umgeben jedes Ei, bevor es seine Schale erhält, und liefern ihm während seiner weiteren Entwicklung die Nahrung. Bei der Gattung *Prohynchus* (s. S. 287) umgeben die Dotterzellen das Ei bereits im Eierstock, bei der Mehrzahl der höheren Strudelwürmer aber liegen sie in einem vom Eierstock abgegrenzten »Dotterstock«. Alle diese Strudelwürmer faßt man als Neu-Eiträger (Neoophora) zusammen — im Gegensatz zu den altertümlichen Alt-Eiträgern (Archoophora), deren Eier auf den eigenen Dottervorrat angewiesen sind. Dieselbe Trennung in Eier- und Dotterstock wie bei den Strudelwürmern zeigen die Saug- und die Bandwürmer; so kann man annehmen, daß Neu-Eiträger deren Vorfahren waren.

Wie die weiblichen, so lassen auch die männlichen Fortpflanzungsorgane der Strudelwürmer eine fortschreitende Höherentwicklung erkennen. Unter den Acoelen (s. S. 285) und den Polycladen (s. S. 286) trifft man einfachste Paarungsorgane an, die der Waffenausrüstung des Wurmes entliehen sind. Sogenannte »birnenförmige Organe« und »Drüsenstacheln«, ursprünglich Organe der Wehr und des Beutefangs, übernehmen hier die Samenübertragung; unter ihnen sammeln sich die Samenzellen an und wandern in das andere Tier hinein, nachdem dessen Haut von diesen Organen durchstoßen wurde. Bei höheren Strudelwürmern wird ein regelrechtes Geschlechtsglied auf verschiedene Weise gebildet.

Der Wirtswechsel des
Darmpärchenegels
(*Schistosoma mansoni*;
s. S. 299).

Der Pärchenegel (6) lebt, das schlanke Weibchen in der Bauchrinne des Männchens, in den Darmvenen des Menschen (1), dem Endwirt. Die durch einen Seitenstachel ausgezeichneten Eier (2) verlassen den Menschen mit dessen Kot. Im Wasser entschlüpft ihnen die Flimmerlarve (3). Sie dringt in eine Tellerschnecke, den Zwischenwirt (4) ein. Dort entwickelt sie sich zum Brutschlauch, der Tochterbrutschläuche erzeugt. In ihnen entstehen zahlreiche Gabelschwanzlarven (5), welche die Schnecke in Schwärmen verlassen. Sie dringen im Wasser durch die Haut des Menschen (1) in seinen Körper ein und wachsen hier zur Reife (6) heran.





Der Entwicklungskreis des Lanzettegels (*Dicrocoelium dendriticum*; s. S. 294):

1 Der Schmarotzer: der reife Lanzettegel (KL 8–10 mm). □ 2 Die Endwirte: das Schaf (2a), das Reh (2b), das Wildkaninchen (2c), in trockenen Kalkgebieten. □ 2 bis 4c Der Entwicklungskreis: □ 3 Der erste Zwischenwirt: eine kalkliebende Schnecke: die Zebraschnecke (3a) oder eine Heideschnecke (3b), hier im Trockenschlaf abgebildet, infizieren sich mit den Egeleiern am Kot des Endwirts (3a oben). In der Schnecke Vermehrung des Schmarotzers bis zur Bildung zahlreicher Schwanzlarven, die, in Schleimbällen eingehüllt, aus der Atemöffnung austreten (3a unten). □ 4 Der zweite Zwischenwirt: Ameisen verzehren die Schleimbälle (4a) und schleppen sie auch ins Nest, wo andere Ameisen sie verzehren (4b). Die auf diese Weise befallenen Ameisen beißen sich nach Ausreifung der Parasiten an Pflanzenspitzen fest (4c), wo sie von den Endwirten (2) abgeweidet werden. In ihnen reifen die Lanzettegellarven in den Gallengängen der Leber zur Geschlechtsreife heran.

Von grundsätzlicher Bedeutung für das Verständnis der verwandtschaftlichen Beziehungen der Strudelwürmer zu anderen Tiergruppen ist ihre frühe Keimesentwicklung, wie sie uns die Alt-Eiträger (Archoophora) zeigen. Durch die ersten zwei Teilungsschritte des befruchteten Eies entstehen vier etwa gleich große Zellen (Makromeren). In den nun folgenden vier Teilungsschritten gibt jede von ihnen je eine kleinere Zelle (Mikromere) ab; sie steht aber nicht unmittelbar über ihrer Makromere, sondern infolge der Schräglage der Teilungsachse abwechselnd rechts und links auf Lücke. Diese Teilungsfolge vollzieht sich mit erstaunlicher Regelmäßigkeit, und auch das Schicksal der so entstehenden Mikromeren ist durchaus gesetzmäßig. Derselbe Ablauf der »Spiralfurchung« findet sich bei den Schnurwürmern, den Weichtieren und den Gliederwürmern sowie bei einigen kleineren Gruppen, und selbst das Schicksal der hierbei gebildeten vier Mikromerengenerationen (Abb. S. 286) gleicht sich — ein untrügliches Zeichen für die stammesgeschichtliche Verwandtschaft aller dieser Tiere. Auch die aus dem Keim entstehende frei schwimmende Larve der Strudelwürmer (Protochula) hat mit der Larve (Trochophora) der obengenannten anderen Tiergruppen viel gemein.

Neben dieser Erzeugung von Nachkommen aus Eiern ist bei den Strudelwürmern die ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung weit verbreitet. Die auch in unseren Süßgewässern und zuweilen selbst in Aquarien anzutreffenden Strudelwürmer der Gattungen *Microstomum*, *Stenostomum* und *Catenula* bilden so nach einer Querteilung ganze Tierketten (Abb. S. 287) von zwei bis sechzehn Einzeltieren, bevor sich diese voneinander völlig trennen. Auch nach künstlicher Zerteilung werden aus den Teilen wieder vollständige Tiere. Einschnitte in den Körper führen bei unseren Süßwasserplanarien (s. S. 287) zur Bildung überzähliger Vorder- oder Hinterenden. Das fast unbegrenzte Wiederherstellungsvermögen wird durch Zellen mit allen Entwicklungsmöglichkeiten (Neoblasten) gewährleistet, die im Parenchym auf Abruf bereitliegen.

In der systematischen Einteilung der Strudelwürmer herrscht noch keine völlige Übereinstimmung. In unserem Werk seien die altertümlichen ALT-EITRÄGER (Archoophora) den höher entwickelten NEU-EITRÄGERN (Neoophora) vorangestellt.

Unter Vorbehalt beginnen wir mit der Art *Xenoturbella bocki* (L 2–3 cm; vgl. Abb. S. 278) aus dem Meeresbodenschlamm der skandinavischen Westküste. Die Zugehörigkeit dieses höchst einfach gebauten Tieres zu den Strudelwürmern ist fraglich; denn was es mit ihnen gemein hat, sind Merkmale einfachster Bauweise, die man ebenso von den ältesten Stammformen der Neumünder erwarten darf: Die Keimzellen entwickeln sich nicht in Hoden und Eierstöcken, sondern einzeln und verstreut im Parenchym. Gehirn und Nervenstränge fehlen, und das Nervennetz liegt in der Haut und nicht unter ihr, ebenso das Organ des Schweresinnes. Die für die Stellung des Wurmes entscheidende Frage der Frühentwicklung (Spiralfurchung?) ist noch offen.

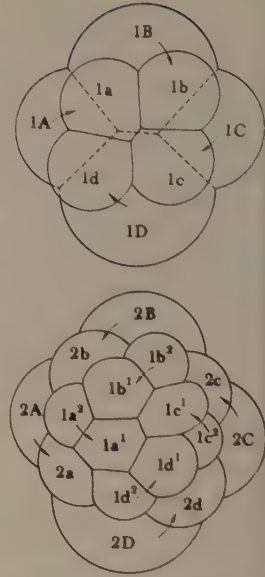
Zur Ordnung der ACOELEN (Acoela) zählen einfachst gebaute Strudelwürmer, denen Darmwandung, Darmhohlraum, Ausscheidungsorgane und Eileiter fehlen. Ihre Eier werden durch die Haut oder den Mund ausgestoßen, der in ein lockeres Parenchymgewebe führt. Diese Einfachheit ist wohl kaum

ursprünglich, sondern eine erworbene Vereinfachung der durchweg kleinen Tiere. Am besten untersucht ist die Gattung *Convoluta*. Die grünen Arten leben in Symbiose (s. S. 53) mit Geißelalgen (Chlamydomonaden). Im Parenchym des Wurmes entarten diese Geißelalgen so sehr, daß sie nicht mehr auf die Eier des Wurmes übertragbar sind. So müssen die den Eikapseln entschlüpfenden Jungtiere ihre Gäste stets neu empfangen. Bald stellen sie die eigene Nahrungsaufnahme völlig ein und sind dann ganz auf die grünen »Zoochlorellen« angewiesen, von deren Stoffwechselerzeugnissen sie leben. Im Alter verdauen sie schließlich ihre Gäste und müssen nun selbst sterben. *Convoluta roscoffensis* an der nordfranzösischen Atlantikküste bildet bei Niedrigwasser im Watt grüne Massenansammlungen an der Oberfläche, gräbt sich aber bei rückkehrender Flut augenblicklich ein. So bietet der Wurm seinen Gästen das Höchstmaß lebensnotwendigen Lichtes und schützt sich zugleich vor der Abdrift. Auch im Aquarium behält das Tier diesen Gezeitenrhythmus noch etwa eine Woche lang bei.

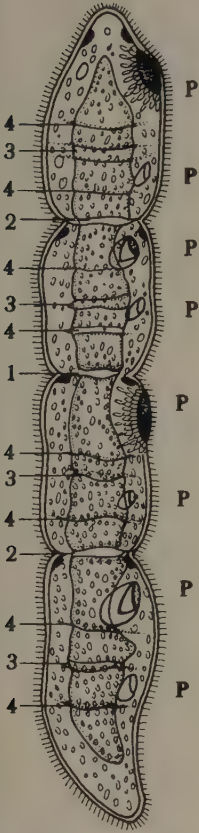
Die Angehörigen der CATENULIDEN (Ordnung Catenulida) besitzen bereits eine unpaar auf dem Rücken mündende männliche, aber noch keine weibliche Geschlechtsöffnung, so daß auch hier die Eier durch die Haut abgelegt werden. Hauptsächlich vermehren sich diese Tiere aber durch Querteilung; dabei entstehen Tierketten von zwei, vier oder selten acht Gliedern. Die als senkrechte Stäbchen im stehenden Süßwasser schwebende *Catenula lemnae* (L bis 5 mm) ist bei uns häufig, ebenso das gleichlange Ketten bildende *Stenostomum leucops*, dem man häufig in den faulenden Aufgüssen zur Heranzüchtung von Pantoffeltierchen begegnet. Alle »Kettenwürmer« sind Süßwasserbewohner.

Die MACROSTOMIDEN (Ordnung Macrostomida) umfassen neben Süß- und Brackwasserbewohnern auch Meereswürmer. Manche Arten sind in Gewässern jeder Art zu Hause, so *Macrostomum appendiculatum* (L bis 2,5 mm) und das kettenbildende *Microstomum lineare* (Länge der bis zu 16gliedrigen Kette bis 15 mm). Sofern diese Art Süßwasserpolyphen verzehrt, verwendet sie deren Nesselkapseln als »gestohlene Nesseln« (Cleptociden; s. S. 281).

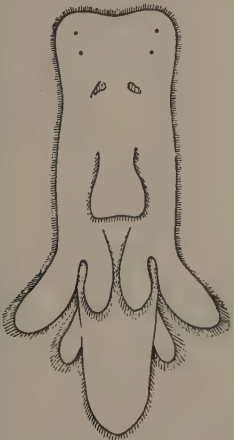
An ihrem reichverzweigten Mitteldarm sind die POLYCLADEN (Ordnung Polycladida, deutsch: die »Vielästigen«) zu erkennen. Im Gegensatz zu den übrigen Alt-Eitragern besitzen sie einen vorstreckbaren Schlund und recht verwickelt gebaute Fortpflanzungsorgane, obwohl ihnen der Dotterstock fehlt. Häufig entwickeln sie sich über eine frei schwimmende Larve, die über ihrem Mund einen Kranz bewimperter Lappen trägt. Diese »Müllersche Larve« (Protochula) ähnelt sehr der Trochophoralarve (Abb. S. 352), doch fehlt ihr noch der gesonderte After. Die Polycladen sind fast ausnahmslos Meeresbewohner; vor allem in den wärmeren Meeren leben auch große und farbenprächtige Arten. Dagegen sind die wenigen Arten des Geschwebes durchscheinend farblos. Die meisten Polycladen besiedeln den küstennahen Meeresgrund, sie schwimmen hier nur kurze Strecken. Mehrere Polycladen-Arten sind »Tischgäste« (Kommensalen) bei anderen Tierarten des Meeres; so ist *Stylochus zebra* Mitbewohner der von Einsiedlerkrebsen besetzten Schnecken-schalen. Andere *Stylochus*-Arten dagegen befallen Austern in ihren Schalen und richten so auf den Austernbänken erhebliche Schäden an, zum Beispiel



Spiralfurchung bei *Disco-coelis tigrina*. Die Pfeile geben die Richtung der Teilungsschritte an. a Das erste Mikromerenquartett ist gebildet. b Das zweite Mikromerenquartett. Das erste hat sich in Tochterzellen zerlegt. Aus 1a ist 1a' und 1a'' entstanden usw. Die Makromeren tragen jetzt die Bezeichnung 2A usw. (s. S. 285).



Ungeschlechtliche Vermehrung bei *Microstomum*. 1-4 Teilungsstellen 1.-4. Ordnung, P Schlundanlagen der entstehenden Einzeltiere (s. S. 285).



»Müllersche Larve« von der Bauchseite.

Stylochus pilidium im Mittelmeer und *Stylochus frontalis* in Florida. *Graffizoon lobatum* (L unter 1 mm) an der kalifornischen Küste ist dadurch bemerkenswert, daß es auf der Stufe der Müllerschen Larve geschlechtsreif wird. Dieser Neotenie genannte Vorgang ist im Tierreich weit verbreitet.

Bei den nun folgenden Ordnungen, die in der Überordnung der NEUTRÄGER (Neoophora; s. S. 285) zusammengefaßt sind, ernähren sich die Keime nicht nur von zelleigenem Dotter, sondern von den die Eier umgebenden dotterreichen Nährzellen. Die Ordnung der LECITHOEPITHELIATA nimmt eine Zwischenstellung ein, da hier die Dotterzellen noch nicht in einem gesonderten »Dotterstock«, sondern um die Eizellen herum im Eierstock entstehen. Die Arten leben teils im Meer, teils im Süßwasser und einige am Land. Im Schlamm unserer Süßgewässer findet man den weltweit verbreiteten *Prohynchus stagnalis* (L 6 mm).

In der Ordnung der SERIATEN (Seriata) sind die Bildungsorte der Eier und die der Dotterzellen getrennt. Die Dotterstöcke bilden hier kleine Bläschen, die jederseits entlang dem Eileiter liegen und in ihn einmünden. Der Schlund ist kräftig und ausstülpbar, der Darm mit zahlreichen Seitenästen besetzt. Die bekannteste Unterordnung und die bekanntesten Strudelwürmer überhaupt sind die PLANARIEN, die nach der Form ihres Darmes TRICLADEN (Triclada) genannt werden. Von ihrem etwa auf der Bauchmitte gelegenen Mund und Schlund ziehen zwei Darmäste nach hinten und einer nach vorn. Ihre Aussackungen befähigen die Planarien zum Verzehr großer Nahrungsmengen; sie dienen auch als Vorratskammern für lange Fastenzeiten. Darüber hinaus können hungernde Planarien Gewebe und Organe durch Einschmelzen verkleinern und so unter Wahrung ihrer Form und ihres inneren Aufbaus zu einem Bruchteil ihrer einstigen Größe zusammenschmelzen.

Nach ihrem Lebensraum unterscheidet man MEERESPLANARIEN (Maricola), SÜSSWASSERPLANARIEN (Paludicola; s. unten) und LANDPLANARIEN (Terricola; s. S. 288). Unter den Meeresplanarien sind Arten der Gattung *Bdelloura* »Tischgenossen« (Kommensalen) auf Pfeilschwanzkreben (s. S. 411) an der Küste der nordöstlichen Vereinigten Staaten. Ihre gestielten Eikapseln heften die durchsichtigen Tiere an die Kiemenblätter der Pfeilschwanzkrebse an. Bei *Procerodes lobata* (L 6 mm) des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres sind die Darmsäcke in regelmäßigen Abständen angeordnet, ebenso die in den Lücken zwischen ihnen gelegenen Hoden und Dotterstöcke. Diese Anordnung der Organe erinnert an die der Bandwürmer, entstand aber unabhängig von ihr.

Vielen Naturbeobachtern bekannt sind die SÜSSWASSERPLANARIEN; unter ihnen bewohnen einige Arten von stattlicher Größe unsere Bäche. In ihrem kalten Quellbereich lebt die nördliche Unterart von *Crenobia alpina* (*Crenobia alpina septentrionalis*; L bis 16 mm), die bei sechs bis acht Grad Celsius am besten gedeiht und schon fünfzehn Grad nicht erträgt. Die südliche, in den Alpen vorkommende Unterart (*Crenobia alpina meridionalis*) ist weit weniger wärmeempfindlich. Auf die Kälteplanarie folgt im Bachlauf die weniger wärmescheue, vieläugige *Polycelis cornuta* (L bis 18 mm) und schließlich die meist bräunliche *Dugesia gonocephala* (L bis 25 mm; Abb.

S. 295], die weder an die Temperatur noch an die Reinheit des Wassers allzu große Ansprüche stellt.

Eine nahe Verwandte, die AMERIKANISCHE FLUSSPLANARIE (*Dugesia dorotocephala*; L 10–24 mm), erregte durch ihre Gedächtnisleistung Aufsehen. Dem Amerikaner McConnell gelang es, sie durch den Strafreiz elektrischer Schläge zu dressieren; so lernten seine Versuchstiere, sich in einem T-förmigen Rohr an der Weggabel für den schwarzen oder den weißen Schenkel als richtigen Weg zu entscheiden. Selbst das abgeschnittene Hinterende eines so dressierten Tieres bewahrte die Erfahrung; hier ist also nicht – wie bei uns – das Gehirn der einzige Sitz des Gedächtnisses. So überraschend diese Fähigkeiten auch waren, ihnen entsprangen noch weit bedeutendere Erkenntnisse: Wird eine dressierte Planarie von einer nichtdressierten verzehrt, so überträgt sich die Dressurleistung auf diese. Selbst Auszüge aus dressierten Tieren, die nichtdressierten eingespritzt werden, vermitteln ihnen das Gelernte. Die Natur dieser Auszüge legt es nahe, den »Gedächtnisstoff« in einer Ribonukleinsäure (RNS) zu sehen. Als andere Forscher mit anderen Planarien dieselben Versuche anstellen wollten, scheiterten sie schon am Mißlingen der Dressur; Mißtrauen und Ablehnung der Erkenntnisse McConnells waren die Folge. Erst als man die gleiche Art (*Dugesia dorotocephala*) überprüfte, bestätigten sich seine Ergebnisse. Es ist also notwendig, neben den äußerlichen Unterschieden verwandter Arten, die den Systematikern als trennende Merkmale dienen, auch die oft viel tiefer greifenden Unterschiede im Verhalten zu beachten und zu erforschen.

Die Planarien als Zwitter begatten sich wechselseitig, wobei sie meist ihre Hinterenden gegeneinander aufrichten. Um die mit vielen Dotterzellen umgebenen Eier wird eine gemeinsame Eikapsel (ein »Eikokon«) gebildet, die bis zu vierzig Eier umschließt. Die etwa millimeterlangen, zunächst hellen Tiere schlüpfen ohne eine freie Larvenstufe. Bei manchen Aquarienfreunden sind die mit Lebendfutter eingeschleppten Planarien als sogenannte »Scheibenwürmer« unbeliebt, da sie neben Futtertieren auch Fischeier und Fischbrut erbeuten. Mit einem Stückchen Fleisch lassen sie sich ködern und entfernen.

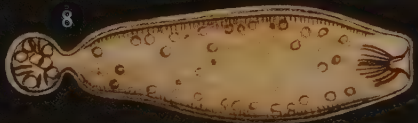
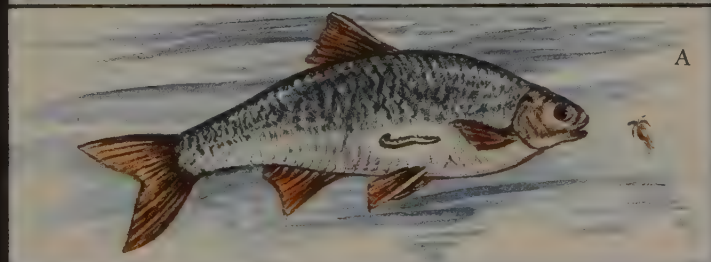
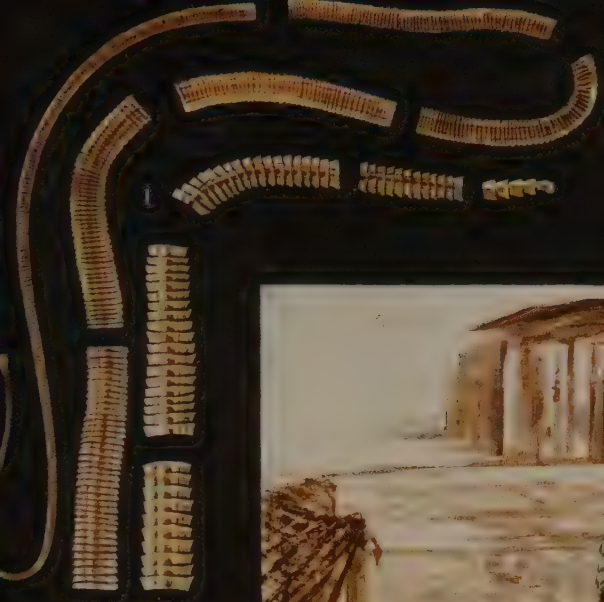
Die LANDPLANARIEN sind hauptsächlich Tropenbewohner und leben hier vor allem in der Feuchte der Waldböden; zudem bewahrt sie die Schleimschicht auf ihrer Haut vor dem Austrocknen. In der luftfeuchten Nacht suchen sie nach Nahrung. So wird auch unsere einheimische Landplanarie *Rhyndodermus terrestris* (L 10 mm) nur selten entdeckt und dann meist für eine Nacktschnecke gehalten. Ihre Verbreitung ist daher noch ungenügend bekannt. Auffälliger ist die mit sieben grauen bis braunen Längsstreifen auf gelbem Grund gezeichnete GEWÄCHSHAUSPLANARIE (*Bipalium kewense*), die mit Pflanzen aus wärmeren Ländern eingeschleppt wird. In den Gärten Kaliforniens, Louisianas, Floridas und der Westindischen Inseln faßte dieses Tier im Freien Fuß. Seine eigentliche Heimat ist unbekannt. Bei uns vermehrt sich die Gewächshausplanarie nur durch Teilung.

Zu den NEU-STABDÄRMLERN (Ordnung Neorhabdocoela) zählt man Strudelwürmer, die wie die Macrostomiden (s. S. 286) und die Catenuliden (s. S. 286) einen sack- oder stabförmigen Darm besitzen, aber im Gegensatz

Der Wirtswechsel des
Fischbandwurmes
(*Dibothriocephalus latus*;
s. S. 309):

- 1 Teile der Kette des
Fischbandwurmes im
Darm von Mensch, Hund
oder Katze (C) nach
Aufnahme einer Vollfinne
(9 aus A oder 10 aus B).
□ 2 Frisch abgelegtes Ei
mit Deckel aus dem Kot
dieses Endwirtes. □
- 3 Drei bis vier Wochen
altes Ei mit Hakenlarve.
□ 4 Im Wasser ge-
schlüpfte, frei schwim-
mende Hakenlarve mit
Wimperhülle (Coraci-
dium). □ 5 Hüpferling
mit Hakenlarve (nun ohne
Wimperhülle) in der
Leibeshöhle (erster Zwi-
schenwirt). □ 6 bis 8
Umwandlung der Haken-
larve (6) zur Vorfinne (8).
im Hüpferling. □ 9 Voll-
finne im Friedfisch (A)
nach Verzehr des Hüpfer-
lings (im zweiten Zwi-
schenwirt). □ 10 Vollfinne
im Raubfisch (B, Trans-
portfisch) nach Verzehr
des Friedfisches.
Mensch, Hund und
Katze (C) können den
Fischbandwurm durch
Rohverzehr sowohl von
Friedfischen (A) als auch
von Raubfischen (B) des
Süßwassers bekommen.

Der Wirtswechsel des Hül-
senwurms (*Echinococcus*
granulosus; s. S. 307):
Links v. oben nach unten
im Weideland (z. B. Bal-
kan), rechts von oben nach
unten im Waldland (z. B.
nördliches Nordamerika).
Der Wolf, ursprünglicher
Endwirt (E₁), wurde
Bandwurmträger durch
Verzehr vom Hülseiwurm
Fortsetzung auf Seite 291





Fortsetzung von Seite 288

befallener Wiederkäuer und gibt nun mit seinem Kot Hakenlarven enthaltende Bandwurmeier ab. Wiederkäuer (im Weideland Schafe, im Waldland Hirsche, z. B. Elch) nehmen diese mit der Nahrung auf und werden so zu Finnen-trägern (Zwischenwirt Z_1). Heute häufigste Endwirte sind Hunde (E_2 , hier Schäfer- und Jagdhund). Weitere wechselseitige Infektionen zwischen Z_1 und E_2 ; das Rind als gelegentlicher Zwischenwirt (Z_2) beherbergt meist nur unfruchtbare Finnen. Bei (unsauberem) Umgang mit befallenen Hunden werden auch Menschen (hier Hirte und Jäger) Finnen-träger (Z_3). In der Mitte: Der Entwicklungsgang des Hülsenwurms; 7 und 1 im Hund, 2 erst im Freien, dann im Wiederkäuer, 3 bis 7 im Wiederkäuer. 1 Der reife Bandwurm (L nur 3–6 mm). □ 2 Die Hakenlarve in der Eischale, zur Entwicklung im Zwischenwirt fertig. □ 3 Die aus ihr entstehende Finnenblase. □ 4 Diese mit Tochterblasen, in der größten beginnende Bildung eines Bandwurmköpfchens. □ 5 Junges Bandwurmköpfchen. □ 6 Dieses eingestülpt. □ 7 Abgelöstes, freies Bandwurmköpfchen aus der Finnenblase, zur Entwicklung im Endwirt fertig.

Klasse
Saugwürmer
von W. Hohorst

zu ihnen Dotterstöcke. Auch unter ihnen gibt es Meeres- und Landbewohner, aber die meisten leben im Süßwasser. In der Unterordnung der TYPHLOPLANOIDEN (Typhloplanoida) ist *Mesostoma ehrenbergi* (L bis 15 mm) durch seine Größe, seine Durchsichtigkeit und seinen Beutefang für den Naturfreund eine fesselnde Erscheinung. Ruhig sitzen die Tiere, mit Schleim verankert, an der Wandung des Beobachtungsglases. Kommt aber ein Wasserfloh in ihre Nähe, so schlagen sie mit erstaunlicher Geschwindigkeit nach ihm, umgreifen ihn, leimen ihn fest; und sehr bald erlischt die zappelnde Abwehr des Opfers. Der Wurm durchzieht das Wasser mit Fangfäden aus Schleim, an denen er sich auch frei aufhängt. Noch bevor der heranwachsende Wurm ein Begattungsglied ausgebildet hat, reifen in ihm etwa vierhundert Eier (Subitaneier). Sie werden in seinem Innern selbstbefruchtet, schon zwei bis vier Wochen danach kommen die Jungen zur Welt. Erwachsen begatten sich die Tiere gegenseitig und erzeugen nun wenige, große und hartschalige Eier (Dauereier). Sie werden frei, wenn die Mutter stirbt und zerfällt; doch zu ihrer Weiterentwicklung bedürfen sie noch eine Zeit der Kälte. So sorgt die große Zahl der sich schnell entwickelnden Subitaneier für die Vermehrung und Ausbreitung der Art in der günstigen Jahreszeit, während die wenigen Dauereier die Art über den Winter und die sommerliche Trockenzeit erhalten und auch der Verbreitung in noch unbesiedelte Gewässer dienen mögen.

Die DALYELLOIDEN (Unterordnung Dalyelloida) sind durch den weit an das Vorderende gerückten Mund gekennzeichnet. *Dalyellia viridis* (L 5 mm) lebt in nassen Wiesengraben und ist durch Zoochlorellen (s. S. 286) hellgrün gefärbt. Viele Angehörige der KALYPTORHYNCHEN (Unterordnung Kalyptorhyncha) sind als Bewohner des Sandlückensystems der Meeresküste erst in neuester Zeit entdeckt worden. Zu dieser Unterordnung gehört auch *Gyratrix hermaphrodita* (L bis 2 mm), ein Bewohner des Meeres, des Brack- und Süßwassers und sogar des feuchten Landes. Seine Beute lähmt dieser Wurm durch einen Stich seines mit Chitinspitze und Giftdrüsen ausgestatteten Begattungsgliedes; das erinnert an einen ähnlichen Doppelgebrauch der Drüsenstacheln einiger Polycladen (s. S. 286).

Stark abgewandelt sind die nicht oder nur gering bewimperten TEMNOCEPHALEN (Unterordnung Temnocephalida), in denen man einst ein Bindeglied zu den Saugwürmern sah. Sie sind teils Tischgäste, teils Schmarotzer anderer Tiere. In Jugoslawien lebt die winzige *Scutariella didactyla* auf den Kiemen der Höhlengarnele *Troglocaris* und saugt aus ihnen die Körpersäfte.

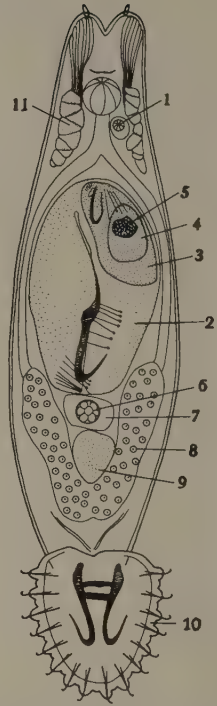
Die SAUGWÜRMER (Klasse Trematodes; KL meist nur wenige Millimeter) leben ausschließlich als Schmarotzer. Kennzeichnende Haftorgane, die als Saugnäpfe, Haken oder Haftklemmen ausgebildet sind, ermöglichen ihnen durch Ansaugen oder Festklemmen am Wirtskörper eine sichere Verankerung. Fast alle Arten sind Zwitter. Geschlechtsorgane äußerst verwickelt gebaut. Körperbau im übrigen recht einfach; blind endender Darm gewöhnlich zweischenklig gegabelt. Zwei Unterklassen mit sehr unterschiedlicher Lebensweise und Entwicklung, die wahrscheinlich unabhängig voneinander aus frei lebenden Arten entstanden sind: 1. MONOGENE SAUGWÜRMER (Monogenea; s. S. 292), 2. DIGENE SAUGWÜRMER (Digenea; s. S. 293).

Gewöhnlich leben die MONOGENEN SAUGWÜRMER als Außenschmarotzer. Nur wenige Arten bewohnen das Körperinnere ihres Wirtes. Man findet sie festgeheftet auf der Haut und den Kiemen von wasserbewohnenden Wirbeltieren, zum Beispiel von Fischen, Lurchen oder Sumpfschildkröten. Eine mächtige Haftscheibe am Hinterende ihres Körpers, die mit zahlreichen Haken, Saugnäpfen oder Klemmen besetzt ist, gibt ihnen einen sicheren Halt. Die Entwicklung verläuft direkt; denn die aus den Eiern schlüpfenden Jugendformen (Flimmerlarven) befallen nach kurzem Umherschwimmen ihren Wirt und wachsen an ihm unmittelbar zur Geschlechtsreife heran.

Eine der bekanntesten Arten, die durch ihre ungewöhnliche Vermehrung berühmt wurde, ist *Gyrodactylus elegans* (KL kaum einen Millimeter lang), ein Haut- und Kiemenschmarotzer unserer Karpfenfische. Er ist lebendgebärend und bringt immer nur ein Junges zur Welt, das sich sofort wieder am gleichen Fisch festsetzt und schon nach kurzer Zeit seinerseits ein Junges hervorbringt; dadurch kommt es bald zum Massenbefall. Diese rasche Generationsfolge ist nur deshalb möglich, weil die Nachkommen bereits im Muttertier ineinandergeschachtelt vorhanden sind — wie bei den bekannten chinesischen Spielzeugen, den »Puppen in den Puppen«. Noch im Muttertier enthält die Tochter bereits einen Enkel und dieser einen Urenkel, in dem schließlich der Ururenkel eingeschlossen liegt. Alle vier Keime gehen aus einer gemeinsamen Eianlage hervor und sind eigentlich Geschwister. Da sie aber zeitlich nacheinander heranwachsen und auch noch die Brutpflege füreinander übernehmen, treten sie als »Generationen« in Erscheinung. Die Entwicklung mehrerer Keime aus einer gemeinsamen Eianlage ist eine verbreitete Form der Vermehrung (Polyembryonie) bei Tierarten, die als Schmarotzer leben. Auf diese Weise wird eine bedeutende Erhöhung der Nachkommenzahl erreicht, was gerade für Schmarotzer von Wichtigkeit ist.

Gleichfalls auf den Kiemen von Karpfenfischen schmarotzt das DOPPELTIER (*Diplozoon paradoxum*; KL 1 cm). Es besteht aus zwei Einzeltieren, die kreuzweise miteinander verwachsen sind. Die Jungwürmer führen zunächst ein Einzelleben und finden sich erst bei beginnender Geschlechtsreife paarweise zusammen. Nach vollzogener Begattung verwachsen sie mit ihren Körpern und bleiben für den Rest des Lebens untrennbar miteinander verbunden. Jungwürmer, die keinen Partner finden, werden nicht geschlechtsreif.

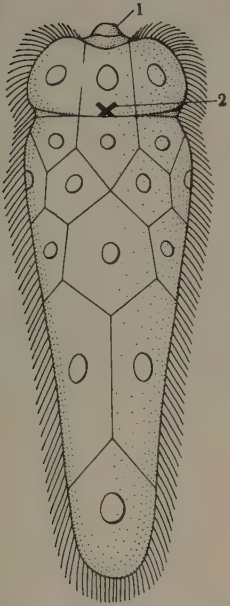
Der HARNBLASEN-SAUGWURM (*Polystoma integerrimum*; KL 13 mm) befällt Frösche; er verbringt seine Jugend auf den Kiemen von Kaulquappen und lebt nur als Erwachsener in der Harnblase. Das stellt eine Anpassung an die Besonderheiten der Froschentwicklung dar. Bekanntlich wechseln die Frösche im Laufe ihres Daseins mehrmals ihren Lebensraum (s. Band V). Als Kaulquappen bewohnen sie das Wasser und atmen durch Kiemen; als Frösche sind sie Landtiere und atmen durch Lungen, kehren aber zur Fortpflanzzeit — von Ausnahmen abgesehen — immer wieder ins Wasser zurück. Sobald die Kaulquappen sich in Frösche umzuwandeln beginnen und ihre Kiemen zurückbilden, kommen die auf diesen Kiemen sitzenden Larven des Harnblasen-Saugwurmes in arge Bedrängnis. Sie ziehen sich über den Darm und die Kloake in die Harnblase zurück, wo sie den Landaufenthalt ihres Wirtes wie in einer Zisterne überdauern können. Hier wachsen sie ganz allmählich



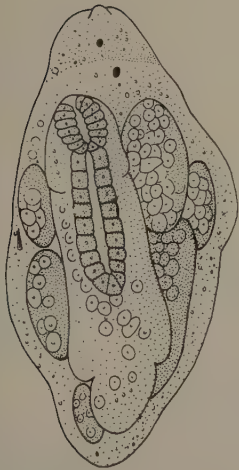
Gyrodactylus elegans, ein Außenschmarotzer unserer Karpfenfische: In der Gebärmutter (Uterus) liegen ineinandergeschachtelt Kind (2), Enkel (3), Urenkel (4) und Ururenkel (5). 1 Penis, 6 Ei, 7 Eileiter, 8 Eierstock, 9 Hoden, 10 Haftscheibe mit Haken, 11 Kopfdrüsen.



Das Doppeltier *Diplozoon paradoxum*, ein Kiemenschmarotzer der Karpfenfische.



Freie Flimmerlarve (Miracidium) des Großen Leberegels. 1 Bohraparat, 2 Augenfleck.



Brutschlauch (Sporozyste) des Großen Leberegels, der verschiedene Stadien von Stablarven (Redien) enthält.

heran und werden gleichzeitig mit dem Frosch erst nach drei Jahren geschlechtsreif, was für Saugwürmer eine ungewöhnlich lange Zeit ist. Auf diese Weise erreichen die Würmer, deren Entwicklung ja nur im Wasser möglich ist, genau zu dem Zeitpunkt ihre Fortpflanzungsfähigkeit, wenn der Frosch zur Laichzeit wieder das Wasser aufsucht.

Die aus den Eiern schlüpfenden Larven befallen dann die Kaulquappen, die sich inzwischen aus dem Froschlaich entwickelt haben; dabei bevorzugen sie ältere Kaulquappen mit Innenkiemen. Wenn sich die Larven auf den Außenkiemen sehr junger Kaulquappen festsetzen, so entwickeln sich daraus in etwa drei Wochen winzige geschlechtsreife Würmer; sie legen zwar sofort Eier, sterben aber bei der Umwandlung der Kaulquappen ab. In der Harnblase der Frösche dagegen bleiben die Würmer wohl bis zum Tode ihrer Wirte am Leben und pflanzen sich alljährlich im Frühjahr gleichzeitig mit den Fröschen fort. Das Geheimnis dieser für die Vermehrung der Würmer so zweckdienlichen Übereinstimmung zwischen Wirt und Schmarotzer beruht offenbar darauf, daß die Würmer über das Wirtsblut, das ihnen als Nahrung dient, hormonal beeinflusst werden.

Die DIGENEN SAUGWÜRMER sind Innenschmarotzer; ihre Larvenentwicklung ist stets mit einem Wirtswechsel und einem Generationswechsel verbunden. Als erwachsene Würmer bewohnen sie die verschiedensten inneren Organe von Land- und Wassertieren; viele Arten befallen den Menschen und sind dadurch von medizinischer Bedeutung. Als Larven dagegen entwickeln sie sich in Zwischenwirten, besonders in Wasserschnecken, aber auch in Kerbtieren, Krebsen oder Fischen. Bei den meisten Arten sind zwei Zwischenwirte die Regel, andere benötigen nur einen. Jede Art hat ihre eigenen Zwischenwirte, die in enger Beziehung zu den Lebensgewohnheiten der Endwirte stehen; das erleichtert die Übertragung der Larven. Die erwachsenen Würmer vermehren sich durch Eier; allerdings findet in den Zwischenwirten auch eine ungeschlechtliche Vermehrung der Larven statt, die zu mehreren Larvengenerationen (Polyembryonie; s. S. 292) führt.

Aus den Eiern schlüpft zunächst die Flimmerlarve (Miracidium), die im Zwischenwirt zum Brutschlauch (Muttersporozyste) heranwächst und Larven erzeugt; diese Larven können wiederum Brutschläuche (Tochtersporozysten) oder Stablarven (Redien) sein. Die Stablarven besitzen einen kurzen Darm und bringen weitere Stablarven (Tochterredien; Abb. S. 298) hervor. In den Brutschläuchen und Stablarven entwickeln sich schließlich Schwanzlarven (Cercarien; Abb. S. 298), die den Zwischenwirt verlassen und oft in einen zweiten Zwischenwirt eindringen. Dort wandeln sie sich in Zysten (Metacercarien) um — in »Wartestufen«, die von den Endwirten aufgenommen werden. Bei manchen Arten sitzen solche Zysten an Pflanzen, bei anderen umgehen die Schwanzlarven das Wartestadium und dringen aus eigenem Antrieb in ihre Endwirte ein. Auf diese Weise entsteht aus einem einzigen Ei eine große Zahl junger Leberegel, die Tausende betragen kann.

Der GROSSE LEBEREGEL (*Fasciola hepatica*; KL bis 4 cm; Abb. S. 295) ist ein häufiger und weltweit verbreiteter Schmarotzer in den Gallengängen der Leber vieler Haus- und Nutztiere. Besonders häufig befällt er Rinder und Schafe, aber auch Ziegen, Schweine, Pferde, Hasen, Rehe, Hirsche und gele-

gentlich sogar Menschen. Der wirtschaftliche Schaden, den er dadurch anrichten kann, ist sehr groß. Seine Larvenentwicklung vollzieht sich in Schlamm-schnecken (Lymnaeidae; s. Band III, S. 106). Sie wurde im Jahre 1882 von dem berühmten deutschen Parasitologen Rudolf Leuckart und dem englischen Forscher Thomas gleichzeitig, aber unabhängig voneinander aufgedeckt. In Europa ist die Zwergschlamm-schnecke (*Galba truncatula*) der Zwischenwirt; sie führt daher die Bezeichnung »Leberegelschnecke«. Andere einheimische Schlamm-schnecken lassen sich zwar bei Forschungsversuchen anstecken, spielen aber als natürliche Überträger praktisch keine Rolle. In außereuropäischen Ländern sind zahlreiche verwandte Schlamm-schnecken die natürlichen Zwischenwirte dieses Saugwurmes.

Die Eier des Großen Leberegels entwickeln sich nur in feuchter Umgebung. Im Wasser entschlüpfen ihnen Flimmerlarven und dringen in die Zwischen-wirtsschnecken ein. Nach der Umwandlung zum Brutschlauch erzeugen sie Stablarven, die nach dem Heranwachsen wiederum Tochter-Stablarven hervorbringen. In den Stablarven entwickeln sich schließlich Schwanzlarven, welche die Schnecke über die Atemöffnung verlassen und sich nach kurzem Umherschwimmen an Pflanzen festsetzen. Dort bilden sie kugelige Zysten, die eines Tages von einem Endwirt zufällig mit der Pflanze aufgenommen werden. Über die Bauchhöhle wandern die jungen Leberegel zur Leber und wachsen in sieben bis acht Wochen zur Geschlechtsreife heran.

Feuchte Weiden sind die Lebensräume des Großen Leberegels; dort findet gewöhnlich auch die Übertragung auf unsere Haus- und Nutztiere statt, während sich der Mensch mit ihnen hauptsächlich durch den Genuß von Brunnenkresse ansteckt. Außerhalb Europas führt diese Art den Namen »Gemeiner Leberegel«, weil dort noch größere Arten vorkommen. So ist der RIESEN-LEBEREGEL (*Fasciola gigantica*; KL bis 7 cm) hauptsächlich in Kamelen, Büffeln und Rindern Afrikas und Asiens verbreitet. Der AMERIKANISCHE RIESEN-LEBEREGEL (*Fasciolopsis magna*; KL bis 10 cm) befällt in Nordamerika vorwiegend Hirsche und Rinder. Er wurde auch schon in Europa — so in Italien und der Tschechoslowakei — als Schmarotzer des Rotwildes beobachtet und ist offenbar mit nordamerikanischen Wapitihirschen dorthin eingeschleppt worden.

Ein häufiger Schmarotzer der Wiederkäuer ist der LANZETTEGEL oder KLEINE LEBEREGEL (*Dicrocoelium dendriticum*; KL 8–10 mm; Abb. S. 284). Seine Hauptverbreitungsgebiete liegen in den gemäßigten Zonen Europas; aber er kommt auch in Asien, Afrika und Amerika vor. Besonders oft befällt er Schafe, Rinder, Ziegen und Wildkaninchen, während Menschen nur sehr selten unter ihm zu leiden haben. Seine Entwicklung verläuft über zwei Zwischen-wirte, und seine Lebensräume sind trockene Kalkhänge, die Schafen und Ziegen als Weide dienen. Die ersten Zwischenwirte sind Landschnecken wie die Heideschnecken (*Helicella*; s. Band III, S. 116), die Zebraschnecke (*Zebrina detrita*; s. Band III, S. 109) oder die Achatschnecke (*Cionella lubrica*; s. Band III, S. 108). Diese Schnecken nehmen die Eier des Lanzettegels mit der Nahrung auf; daraus entstehen dann Flimmerlarven und nach der Umwandlung zum Mutterbrutschlauch zahlreiche Tochterbrutschläuche; in ihnen entwickeln sie Schwanzlarven, die mit einem kleinen Bohrstachel ausgerü-

Links oben:

Der Große Leberegel (*Fasciola hepatica*; s. S. 293) schmarotzt vor allem in der Leber vieler Haustiere, kann aber auch dem Menschen gefährlich werden. Die dunklen Stellen sind durchschimmernde Verästelungen des Darmkanals.

Mitte:

Die bunt geringelten, dick angeschwellenen Fühler der beiden Bernstein-schnecken werden durch Sporozystenschläuche von Saugwürmern verursacht. Bei der linken Schnecke hat sich ein Schlauch von *Leucochloridium paradoxum* (vgl. S. 299) in den Fühler vorgeschoben, bei der rechten sind in beide Fühler Schläuche von *Leucochloridium fuscum* (vgl. S. 299) eingedrungen.

Links unten:

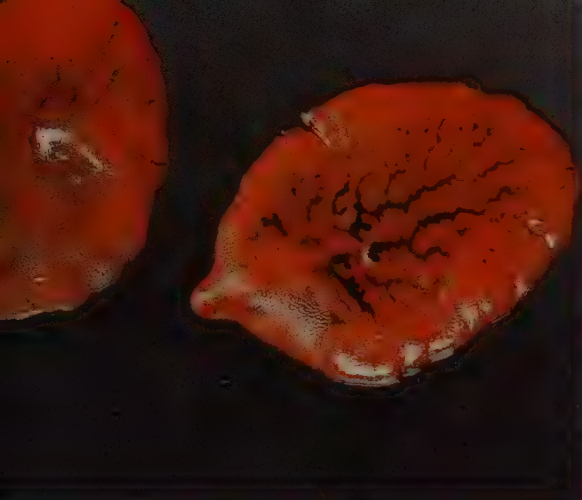
Süßwasserplanarie (*Dugesia gonocephala*; s. S. 287) mit gut sichtbarem Pigmentbecher-auge.

Rechts oben:

Yungia aurantiaca, ein Strudelwurm des Mittelmeeres.

Rechts unten:

Ein in tropischen Meeren lebender Strudelwurm aus der Ordnung Polycladida (s. S. 286).





Links oben:

Ein Strudelwurm aus tropischen Meeren der Ordnung Polycladida (s. S. 286).

Mitte:

Prostheceraeus roseus, Mittelmeer.

Links unten:

Notoplana longestyletta.

Unten Mitte:

Zottenplanarie (*Thysanozoon brochii*), Mittelmeer und Atlantik.

Rechts oben:

Prostheceraeus moseley, Mittelmeer.

Rechts unten:

Strudelwurm aus tropischen Meeren der Ordnung Polycladida (s. S. 286).

stet sind. Bei Regenwetter werden die Schwanzlarven — in Schleimballen eingepackt — aus der Atemöffnung der Schnecke ausgestoßen; die Einzelballen bilden größere Trauben, die bis zu sechstausend Schwanzlarven enthalten.

Die zweiten Zwischenwirte des Lanzettegels sind dann Ameisen der Gattung *Formica* (s. Band II, S. 505), welche die Schleimballen verzehren. Hierbei gelangen die Schwanzlarven in den Kropf der Ameisen. Sie durchwandern die Kropfwand und versehen ihre Bohrlöcher mit einem besonderen Wundverschluß. In der Leibeshöhle der Ameisen umgeben sich die Schwanzlarven mit mehreren Zystenhüllen und beenden ihre Entwicklung nach frühestens vierzig Tagen. In jeder befallenen Ameise wandert stets eine Schwanzlarve zum Gehirn des Wirtes und dringt in das Unterschlundganglion ein. Hier entwickelt sie sich zu einer Zyste von abweichendem Aussehen, die als »Hirnwurm« bezeichnet wird und für eine Ansteckung der Endwirte nicht geeignet ist.

Sobald die Zysten ausgereift sind, zeigen die befallenen Ameisen ein ungewöhnliches Verhalten. Sie verbeißen sich in der Nähe ihrer Nester in die Spitze der Pflanzen. Dieses Verhalten ist von der Temperatur abhängig; es tritt bei Abkühlung in Erscheinung. Deshalb findet man die festgebissenen Ameisen besonders in den Abend- und Morgenstunden; sie verbringen auch die Nacht außerhalb ihrer Nester auf den Pflanzen. Bei Anstieg der Temperatur, zum Beispiel unter der wärmenden Wirkung der Sonne, löst sich der krampfartige Zustand der Mundwerkzeuge; die befallenen Ameisen mischen sich nun wieder unter ihre Nestgenossinnen, von denen man sie jetzt nicht mehr mit Sicherheit unterscheiden kann. Dieses für Ameisen recht ungewöhnliche Verhalten ist für die weitere Entwicklung des Lanzettegels höchst zweckmäßig; denn auf diese Weise können die Endwirte die befallenen Ameisen mühelos in großer Zahl zusammen mit den Pflanzen verzehren. Offenbar wird dieses Verhalten von dem obengenannten »Hirnwurm« gesteuert, vielleicht auf neurophysiologischem Wege. Unter anderem spricht dafür sein Sitz in unmittelbarer Nachbarschaft der Nerven, welche die Mundgliedmaßen versorgen.

Der KATZENLEBEREGEL (*Opisthorchis felineus*; KL 5–12 mm) ist hauptsächlich in Osteuropa und im asiatischen Rußland verbreitet. Er befällt neben Katzen, Hunden und Füchsen häufig auch den Menschen. Für seine Entwicklung sind zwei Zwischenwirte notwendig, nämlich Süßwasserschnecken (*Bithynia leachii*; s. Band III, S. 70) und Karpfenfische (s. Band IV). Die kugeligen Zysten finden sich in den Muskeln und Flossen der Fische und werden mit rohem Fischfleisch aufgenommen. Nahe verwandt mit ähnlicher Entwicklung sind der HINTERINDISCHE LEBEREGEL (*Opisthorchis viverrini*) aus Thailand und der CHINESISCHE LEBEREGEL (*Clonorchis sinensis*) aus China, Korea und Japan. Auch sie befallen den Menschen, außerdem verschiedene Haus- und Wildtiere, vor allem Katzen.

Mehrere Saugwurmart, die hauptsächlich in Ostasien verbreitet sind, leben im Darm des Menschen und führen die Bezeichnung DARMEGEL. Zu ihnen gehört der RIESEN-DARMEGEL (*Fasciolopsis buski*; KL 5–7 cm), der zu den größten Saugwürmern des Menschen gehört und auch bei Schweinen nicht selten ist. Er hat nur einen Zwischenwirt. Seine Schwanzlarven ent-

wickeln sich in Tellerschnecken und bilden Zysten an Wasserpflanzen. Die Übertragung auf den Menschen erfolgt hauptsächlich durch die Früchte der Wassernuß (*Trapa natans*), die man in Ostasien gern ißt und mit den Zähnen schält. Hierbei gelangen die Zysten in den menschlichen Magen. Für andere Darmegel des Menschen sind stets zwei Zwischenwirte notwendig, so Schnecken und Muscheln bei *Echinostoma ilocanum* (KL etwa 1 mm) oder Schnecken und Fische bei dem gleich großen *Metagonimus yokogawai* und beim ZWERGDARMEGEL (*Heterophyes heterophyes*; KL kaum größer als einen Millimeter). Bei all diesen Arten erfolgt die Übertragung auf den Menschen durch den Verzehr ungekochter Muscheln oder Fische.

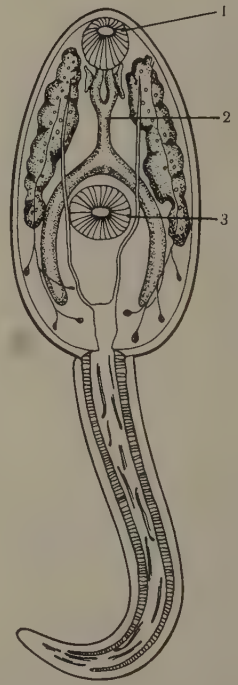
Einige Saugwürmer schmarotzen in der Lunge, so der OSTASIATISCHE LUNGENEGEL (*Paragonimus westermani*; KL etwa 8–16 mm). Er befällt nicht nur Menschen, sondern auch Hunde, Katzen, Schweine und zahlreiche Wildtiere, wie Nerz, Fuchs, Wolf und Tiger. Seine Hauptverbreitungsgebiete liegen in China, Korea und Japan. Für seine Entwicklung sind zwei Zwischenwirte notwendig – Wasserschnecken und Süßwasserkrebse. In der Neuen Welt findet man den nahe verwandten NORDAMERIKANISCHEN LUNGENEGEL (*Paragonimus kellicotti*).

Von großer medizinischer Bedeutung sind die PÄRCHENEGEL (Familie Schistosomidae; KL 10–16 mm) als Erreger der Bilharziose, einer Tropenkrankheit, die ihren Namen dem deutschen Arzt Theodor Bilharz (1825–1862) verdankt. Das »klassische« Bilharziosegebiet ist Ägypten; Eifunde in den Mumien weisen darauf hin, daß schon die Erbauer der Pyramiden darunter zu leiden hatten. Unter den Saugwürmern nehmen die Pärchenegel eine Sonderstellung ein; denn sie sind getrenntgeschlechtlich und leben stets paarweise, wobei die fadenförmigen Weibchen in einer Bauchrinne der Männchen liegen. Die Pärchenegel bewohnen die Blutgefäße des Venensystems; und ihre Eier wandern über den Darm oder über die Harnblase in die Außenwelt, wodurch sie erhebliche Schädigungen des Gewebes verursachen. Die Flimmerlarven schlüpfen im Wasser und dringen in eine Zwischenwirtschnecke ein. Nach der Umwandlung zum Brutschlauch bringen sie zahlreiche Tochter-Brutschläuche hervor, in denen sich Schwanzlarven mit gegabelten Schwänzen entwickeln. Diese Gabelschwanzlarven schwärmen zu Tausenden aus den Schnecken und bohren sich aus eigenem Antrieb in den Körper ihrer Endwirte. Auf dem Blutweg gelangen sie zunächst in die Leber und wachsen zur Geschlechtsreife heran. Der Befall mit Pärchenegeln kann somit nur im Wasser erfolgen, zum Beispiel beim Baden oder bei landwirtschaftlichen Arbeiten in Bewässerungsgräben oder Reisfeldern. Auch heute noch beträgt die Zahl der Bilharziosekranken in aller Welt mehr als hundert Millionen; vor allem die massenhafte Ablagerung der Eier dieser Schmarotzer in den Geweben verursacht Entzündungserscheinungen, Blutungen, Wucherungen und mitunter bösartige Geschwülste. Bis vor wenigen Jahrzehnten galt die Behandlung als hoffnungslos; heute stehen außer Antimonpräparaten (Brehmstein u. a.) auch einige neuere Mittel zur Verfügung.

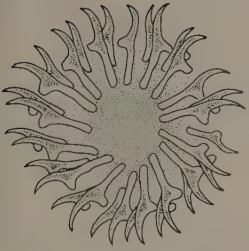
Für den Menschen sind drei Arten von besonderer Bedeutung. Der HARNBLASEN-PÄRCHENEGEL (*Schistosoma haematobium*), der Erreger der Blasenbilharziose, kommt in Afrika und im Vorderen Orient vor. Seine Eier sind



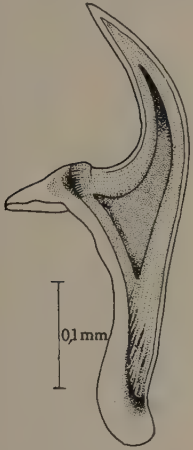
Stylarven (Redien des Großen Leberegels). 1 Mutterredie mit Redienbrut, 2 Tochterredie mit Cercarienbrut (s. S. 293).



Freie Schwanzlarve (Cercarie) des Großen Leberegels (s. S. 293). 1 Mundsaugnapf, 2 der gegabelte Darm, 3 Bauchsaugnapf.

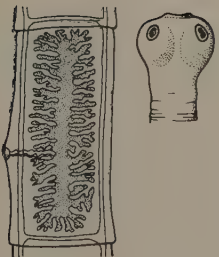


Hakenkranz eines Bandwurms in Aufsicht.



Haken aus dem Hakenkranz des Katzenbandwurms.

Klasse
Bandwürmer
von P. Rietschel



Reifes Glied und Kopf des Rinderbandwurms (siehe S. 300).

mit einem großen Endstachel versehen und werden mit dem Urin ausgeschieden. Zwischenwirte sind Tellerschnecken der Gattung *Bulinus*. Der DARM-PÄRCHENEGEL (*Schistosoma mansoni*; Abb. S. 283), der Erreger der Darmbilharziose, ist in Afrika verbreitet, außerdem in Südamerika, wohin er mit dem Sklavenhandel verschleppt wurde. Seine Eier haben einen Seitenstachel und werden mit dem Stuhl ausgeschieden. Zwischenwirte sind verschiedene Arten von Tellerschnecken. Der JAPANISCHE PÄRCHENEGEL (*Schistosoma japonicum*) tritt in Ostasien auf, so in China, Japan, auf Formosa und den Philippinen; er erzeugt ebenfalls eine Darmbilharziose. Seine Eier, die gleichfalls mit dem Stuhl ins Freie gelangen, haben nur einen angedeuteten Seitenhöcker. Zwischenwirte sind amphibisch lebende Deckelschnecken (Gattungen *Oncomelania* und *Katayama*).

Als Schmarotzer von Wassergeflügel finden sich verwandte Arten (so *Trichobilharzia szidati*) in gemäßigten Breiten; ihre Gabelschwanzlarven dringen häufig in die Haut badender Menschen ein und verursachen stark juckende Hautausschläge, die als »Badedermatitis« bezeichnet werden. Einen besonders interessanten Entwicklungsweg hat *Leucochloridium*, ein Saugwurm, der erwachsen in der Kloake vieler Vogelarten lebt und dessen Zwischenwirte Bernsteinchen (Gattung *Succinea*) sind. In den Schnecken entwickeln sich an einer reichverzweigten Larve Brutschläuche von etwa einem Zentimeter Länge; sie haben auffällige grüne oder braune Farbringe und zeigen rhythmisch-pulsende Bewegungen. Diese bunten Brutschläuche sind mit Wurmlarven angefüllt und dringen in die Fühler der Schnecke ein (vgl. Abb. S. 295); dadurch erregen sie die Aufmerksamkeit futtersuchender Vögel, welche die Schläuche als willkommene Beute aus dem Schneckenfühler herauspicken und verschlingen. Dabei gelangen auch die Wurmlarven in den Vogel und können ihre Entwicklung abschließen.

In den BANDWÜRMERN (Klasse Cestoda) hat das Schmarotzertum der Plattwürmer seinen höchsten Grad erreicht. Es ist hier im Gegensatz zu dem der Saugwürmer nur ausnahmsweise mit einem Generationswechsel verbunden, fast stets aber mit ein- oder mehrmaligem Wirtswechsel. Die Wirte der Larven (»Zwischenwirte«) sind teils Wirbellose, teils Wirbeltiere; die Larven besiedeln in ihnen verschiedene Organe. Der »Endwirt« des reifen Bandwurms aber ist stets ein Wirbeltier, und in ihm schmarotzt er stets im Darm. Er ist von den Verdauungssäften des Wirtes und der durch sie bereits aufgeschlossenen Nahrung umgeben; also braucht der Bandwurm die Nahrung nur noch mit seiner ganzen Körperoberfläche aufzunehmen. Einen Darmkanal benötigt und besitzt er daher nicht.

Zweimal oder gar mehrmals steht der Bandwurm in seiner Jugend vor der Schicksalsfrage, den Weg in den richtigen Wirt zu finden. Er selbst kann nichts dazu tun, und die Aussicht auf ein »gütiges Geschick« ist für ihn äußerst gering. Nur eine ganz gewaltige Übererzeugung von Nachkommen kann hier einen Ausgleich schaffen, der den Fortbestand der Art sichert. Diesem einen Ziel dient die im ganzen Tierreich einmalige Organisation der Bandwürmer: Auf den mit Haftorganen (Hakenkränzen, Saugnäpfen oder Sauggruben) ausgestatteten Kopf (Scolex, Mehrzahl Scolices) folgt als stän-

dige Wachstumszone der Hals (Collum). Er ist selbst ungegliedert, wächst aber ständig in die Länge und bildet dabei reihenweise hintereinander immer neue Fortpflanzungsorgane. In dem so erzeugten Band gliedern sich Abschnitte mit meist einem zwitterigen Geschlechtsorgan ab. So entsteht eine Gliederkette (Strobila) aus von vorn nach hinten reifenden Gliedern (Proglottiden, Einzahl Proglottis). In ihnen reifen zuerst die männlichen und dann die weiblichen Anteile. Oft können so die mittleren, männlichen Glieder die hinteren, weiblichen begatten. Das ermöglicht auch einsiedlerisch lebenden Bandwürmern, sich geschlechtlich fortzupflanzen. Die in Vielzahl aufeinanderfolgenden Geschlechtsorgane veranlaßten viele Forscher, in dem Bandwurm kein Einzelwesen, sondern eine Tierkolonie zu sehen. Dem widerspricht aber, daß das Nervensystem, das Ausscheidungssystem und die Muskeln durch den ganzen Bandwurm hindurch eine Einheit bilden.

Als Beispiel sei hier der häufigste Bandwurm des Menschen vorangestellt: der RINDERBANDWURM (*Taeniarhynchus saginatus*, früher *Taenia saginata*; L bis 10 m; Abb. S. 299). Da sein Kopf keine Hakenkränze besitzt, nennt man ihn auch den »Unbewaffneten Bandwurm«. Sein birnenförmiger Kopf trägt vier eiförmige Saugnäpfe und hat einen Durchmesser von etwa ein bis zwei Millimetern. Auf ihn folgt der nur etwa halb so breite Hals. Die jungen Glieder sind breiter als lang; und erst die letzten, mit reifen Eiern gefüllten sind länger als breit. Die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane münden auf der Seitenkante teils rechts, teils links in unregelmäßiger Folge. Die mit Eiern gefüllte Gebärmutter der letzten Glieder besteht aus einem mittleren Längsgang und jederseits fünfzehn bis dreißig verzweigten Seitenästen.

Erwachsen lebt der Rinderbandwurm im Anfangsteil des menschlichen Dünndarmes; nur der Mensch ist sein »Endwirt«. Die Larve (Finne) dagegen kann in Zwischenwirten verschiedener Art heranwachsen. Hauptzwischenwirte sind bei uns Hausrinder, in südlicheren Gegenden auch Zebus und Büffel. Vereinzelt finden sich die Finnen sogar in anderen Wiederkäuern, die man als Nebenzwischenwirte bezeichnet. Die etwa zentimetergroßen Finnen befinden sich im Fettkörper um das Herz herum oder auch im Muskel; sie sind nicht leicht zu entdecken, da sie meist nur vereinzelt vorkommen und zudem schwer von dem umgebenden Fettgewebe unterschieden werden können. Sie vertragen Wärme bis fünfundvierzig Grad Celsius und überleben eine Kälte von ein bis vier Grad (bis zu sechs Wochen Dauer). So werden sie im Innern eines großen Bratens nicht getötet; sein Genuß kann ebenso zu Bandwurmbefall führen wie ein Beefsteak à la tatar. Im Darm des Menschen stülpt sich dann der Finnenkopf aus und heftet sich an die Darmschleimhaut fest. Zwei bis drei Monate später ist der Bandwurm ausgewachsen und stößt nun Tag für Tag zehn bis zwölf reife Glieder ab, die je über hunderttausend Eier enthalten. Der Parasitenforscher G. Osche nennt Tiere, die eine so zahlreiche Nachkommenschaft haben, »Eiermillionäre«. Diesen Titel verdient sich unser Bandwurm Tag für Tag von neuem. Da er es zu einem Alter von zwanzig Jahren bringen kann, ist er an seinem Lebensende sogar ein vielfacher »Eiermilliardär«.

Meist trifft man bei Befall nur einen einzigen Rinderbandwurm im Darm an. Abwehrstoffe verhindern die Ansiedlung weiterer Artgenossen. Das ist

Links von oben nach unten:

Zwischen den Muskelfasern eingekapselte Trichinen (s. S. 346), wie sie der Fleischbeschauer bei seiner mikroskopischen Untersuchung sieht. Hühnerdarm mit starkem Befall durch den Hühnerspulwurm (*Ascaridia galli*).

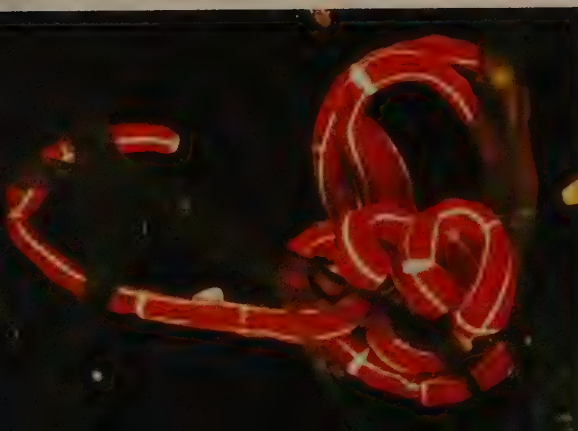
Ringelnemertine (*Tubulanus annulatus*). Dieser Schnurwurm lebt im Mittelmeer und Atlantik auf Schlammgrund und unter Steinen.

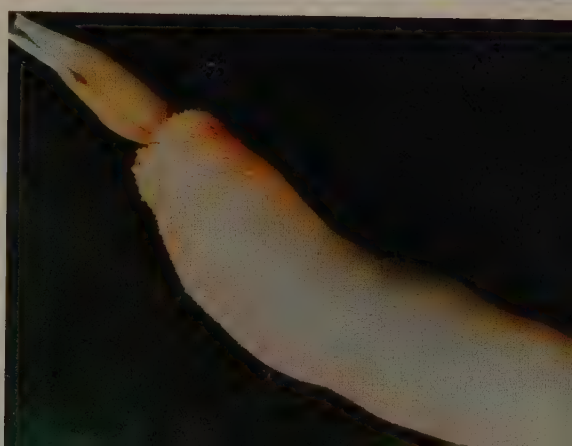
Rechts von oben nach unten:

Eine reife (braune) Zyste, vier junge Weibchen und mehrere Männchen des Kartoffelzystenälchens (*Heterodera rostochiensis*; s. S. 342) an einer Kartoffelwurzel. Ein Weibchen wird gerade begattet.

Der im Mittelmeer heimische Schnurwurm *Lineus geniculatus* kann bis 60 cm Länge erreichen.

Bandnemertine (*Drepanophorus crassus*).





Links von oben nach unten:

Mit seinem abgeflachten Körper gelingt es dem Schnurwurm *Cerebratulus marginatus* ausgezeichnet zu schwimmen, er kann sich aber ebenso gut in Sand- und Schlickböden eingraben.

Weibchen des Igelwurmes *Bonellia viridis* (s. S. 359). Der pflaumenförmige Körper ist meist in Spalten verborgen, während der lange, gegabelte und sehr bewegliche Rüssel den Untergrund nach Genießbarem abtastet. An dem Spritzwurm *Sipunculus nudus* (s. S. 359) lassen sich zwei Körperabschnitte deutlich unterscheiden: ein langer, dicker Rumpf und ein daran ansetzender dünner, stark dehnbarer, in den Rumpf einziehbarer Vorderkörper. Aus der Mundöffnung ragen kurze Fangarme hervor.

Rechts von oben nach unten:

Süßwasser-Schnurwurm (*Prostoma graecense*; s. S. 323).

Physcosoma granulatum, ein Spritzwurm, der im Atlantik und in der Nordsee sowie im Mittelmeer verbreitet ist. Zu den Igelwürmern gehört auch der in der Nordsee häufige Quappwurm (*Echiurus echiurus*; s. S. 359).

ein Schutz für den Wirt wie für den Schmarotzer, dem mit einer zu schweren Schädigung seines Wirtes nicht gedient wäre. Sobald aber der Bandwurm den Darm verlassen hat, ist für den nächsten der Weg frei. Werden allerdings in seltenen Fällen bei einer Mahlzeit mehrere Finnen gleichzeitig verzehrt, dann können mehrere Bandwürmer zugleich im Darm heranwachsen. Der Befall durch den Rinderbandwurm läßt sich nicht übersehen: Die reifen Bandwurmglieder verlassen ihren Wirt durch den After und kriechen dann in der Wärme des Bettes oder des Körpers lebhaft umher, wobei sie eine flach eiförmige Gestalt annehmen. Sie verhalten sich dann wie selbständige Tiere und haben dadurch schon manchem in Parasitologie unbewanderten Arzt Kopfzerbrechen verursacht. Zwischen zwei Glasplatten (Objekträgern) gepreßt, zeigen sie jedoch deutlich die verästelte Gebärmutter.

Ins Freie gelangt, sterben die Bandwurmglieder bald ab und geben nun ihren reichen Eiersegen frei. Die Rinder nehmen die Eier nur zufällig und vereinzelt mit der Nahrung auf; ihr Finnenbefall ist daher zumeist spärlich. Das »Ei« enthält in der Schale bereits eine Larve, die mit drei Hakenpaaren ausgerüstet ist. Im Darm des Rindes löst der Speichel der Bauchspeicheldrüse die Eihüllen, und die nun freie »Hakenlarve« arbeitet sich mit Hilfe der beweglichen Haken durch die Darmschleimhaut hindurch. Durch die Blut- und Lymphbahnen gelangen die Hakenlarven an den Ort ihres Verbleibs und wachsen hier zur Finnenblase (*Cysticercus*) heran. Sie trägt, in den Hohlraum eingestülpt, den künftigen Bandwurmkopf (Abb. S. 307).

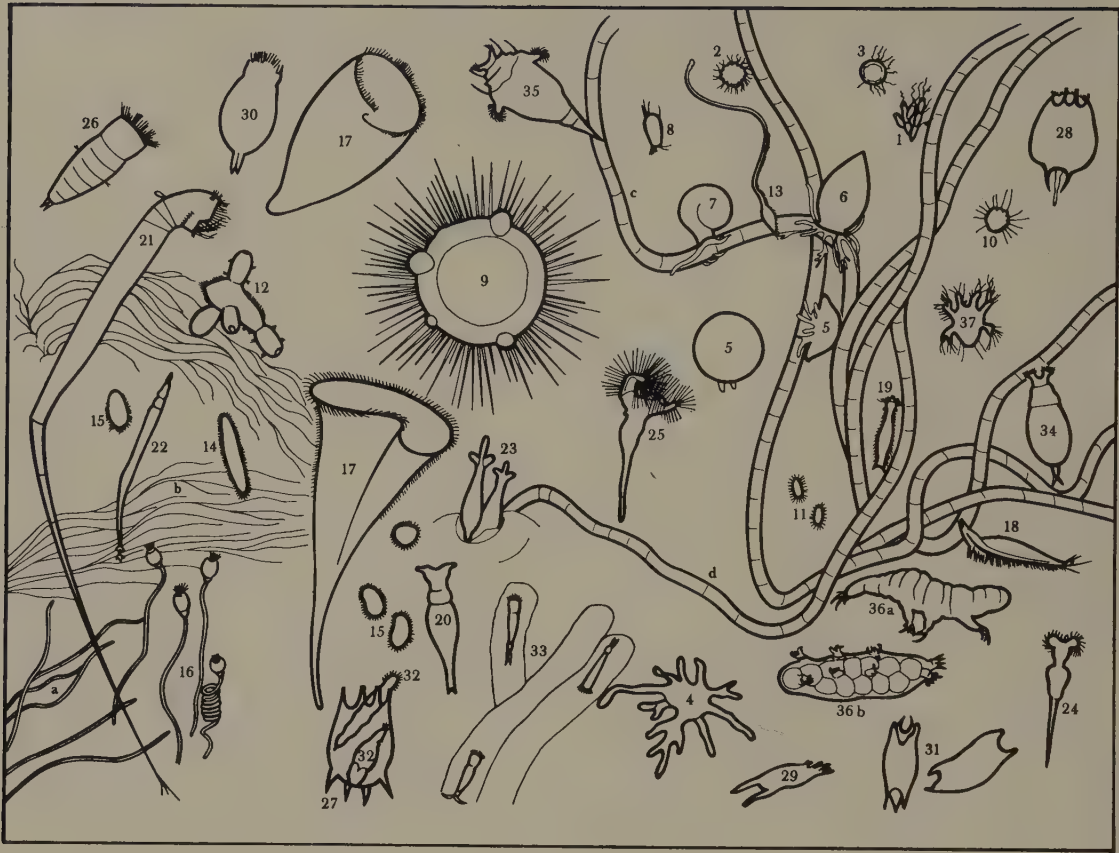
Auch der SCHWEINEBANDWURM des Menschen (*Taenia solium*; L 2–3, sogar bis 8 m) entwickelt sich über eine Finnenblase (*Cysticercus*); bei anderen Bandwürmern ist die Finne zu einem *Cysticercoid* mit kleinstem Blasen-hohlraum (Abb. S. 307) vereinfacht oder zu einer großen Finnenblase mit vielen Köpfen (*Coenurus* und *Echinococcus*) umgewandelt. Wieder andere Larvenstufen (*Proceroid* und *Plerocercoid*) sind niederen Bandwürmern (s. S. 310) eigen.

Wie der Rinderbandwurm, so ist auch der Schweinebandwurm allein auf den Menschen als Endwirt angewiesen. Beide Arten sind also im höchsten Grade wirtstreu, und beide konnten sich nur deshalb herausbilden, weil der Mensch ja auch ein Fleischesser ist. Die Gewohnheit des Menschen, Fleisch zu genießen, muß also mindestens so alt sein wie die beiden Arten, die auf ihn angewiesen sind. Da Arten zu ihrer Entstehung viele Jahrtausende benötigen, widerlegen die beiden Bandwurmart des Menschen ganz einfach durch ihr Dasein den Glauben reiner Pflanzenköstler, der Mensch sei von Natur kein Fleischesser.

Der Schweinebandwurm des Menschen unterscheidet sich schon äußerlich vom Rinderbandwurm durch den kleineren, mit kreisrunden Saugnäpfen besetzten Kopf (Abb. S. 307), der einen doppelten Hakenkranz trägt; er heißt daher auch der »Bewaffnete Bandwurm«. In den Hakenkränzen erhebt sich ein ausstülpbarer, fingerförmiger Fortsatz (Rostellum). Bei diesem Bandwurm sind die Glieder schon etwa von der Mitte der Gliederkette an länger als breit. Die Gebärmutter der reifen Endglieder ist mit jederseits nur sieben bis zehn Seitenästen plumper als beim Rinderbandwurm. Am Hinterende lösen sich die Glieder nicht einzeln, sondern in Gruppen ab und verlassen den

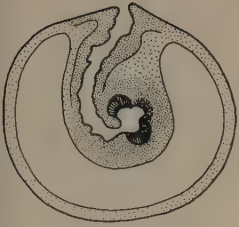






KLEINLEBEN IM TÜMPEL

Links Faulwasser mit Blaualgen (a) und Abwasserpilzen (*Sphaerotilus* = *Cladotrix*, b), rechts Frischwasser mit den Grünalgen *Spirogyra* (c) und *Zygnema* (d). □ 1–18 Einzeller [Unterreich Protozoa; s. S. 89]: 1 *Dinobryon sertularia* (s. S. 96). 2 *Synura uvella*. 3 *Pandorina morum*. 4 Wechseltierchen (*Amoeba proteus*, s. S. 104). 5 *Arcella vulgaris* (vgl. S. 110). 6 *Diffugia urceolata* (vgl. S. 110). 7 *Lecqueureusia spiralis* (s. S. 110). 8 *Euglypha alveolata* (s. S. 110). 9 *Actinosphaerium eichhorni* (s. S. 112). 10 *Actinophrys sol* (s. S. 112). 11 *Coleps hirtus* (s. S. 128). 12 Nasentierchen (*Didinium nasutum*, s. S. 123 u. 128; zu viert ein Pantoffeltierchen anfallend). 13 Schwanentierchen (*Lacrymaria olor*, s. S. 128). 14 Pantoffeltierchen (*Paramecium*, s. S. 123 u. Abb. S. 108). 15 Busentierchen (*Colpidium colpoda*, s. S. 128). 16 Glockentierchen (*Vorticella microstoma*, s. S. 129 u. Abb. S. 113). 17 Blaues Trompetentierchen (*Stentor coeruleus*, s. S. 130). □ 19–37 Vielzeller [Unterreich Metazoa; s. S. 85]: 19 Bauchhaarling (*Chaetonotus maximus*, vgl. S. 327). 20 *Philodina citrina*. 21 *Rotaria neptunia* (s. S. 332). 22 *Rotaria rotatoria*. 23 *Rotaria macroceros*. 24 *Limnias ceratophylli* (vgl. S. 333). 25 *Collotheca gracilipes*. 26 *Epiphanes senta* (s. S. 333). 27 *Brachionus calyciflorus* (vgl. S. 332). 28 *Platyias quadricornis*. 29 *Keratella quadrata* (vgl. S. 332). 30 *Euchlanis deflexa*. 31 *Mytilina mucronata*. 32 *Proales fallaciosa* (vgl. S. 333) an totem *Brachionus* (27). 33 *Cephalodella forficula* (vgl. S. 333) in Schlammröhren. 34 *Itura myersi*. 35 *Synchaeta pectinata* (vgl. S. 332). 36a *Macrobiotus macroonyx* (vgl. S. 390), 36b abgestreiftes Häutungshemd (Exuvie) mit Eiern. 37 Naupliuslarve (vgl. S. 434 u. Abb. S. 459) von *Cyclops* (s. S. 458).



Finnenblase (*Cysticercus*)
mit eingestülptem Kopf
(s. S. 303).



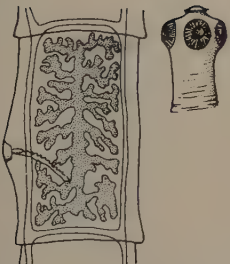
Finne ohne Blasenbildung
(s. S. 303).

After nicht selbständig, sondern mit dem Stuhl. So bleibt der Bandwurm für seinen Träger oft lange unbemerkt.

Der Hauptzwischenwirt des Schweinebandwurms ist das Schwein. Er hat aber eine große Zahl von Nebenzwischenwirten; zu ihnen gehört auch der Mensch. Er steckt sich durch Unsauberkeit mit den Eiern in seinem Kot oder durch den Genuß latrinengedüngten Rohgemüses an. Die Finnen siedeln sich im Menschen vor allem im Auge, aber fast ebensooft im Nervensystem an, dazu in vielen anderen Organen. So können sie dem Menschen weit gefährlicher werden als der erwachsene Bandwurm im Darm. Im Schwein treten sie — wenn überhaupt — meist in großer Zahl auf, da Schweine beim Verzehr von Menschenkot ganze Gruppen mit Eiern gefüllter Bandwurmglieder in sich aufnehmen. Die großen Finnen (L 15 mm) entgehen der Fleischschau weniger leicht als die des Rinderbandwurmes. So ist dieser gefährliche Schmarotzer heute in Mitteleuropa eine Seltenheit geworden; auch die pflichtmäßige Trichinenschau hat dazu ihr Teil beigetragen.

Rinder- und Schweinebandwurm gehören in die Ordnung der CYCLOPHYLIDEN (Cyclophyllidea), die innerhalb der Klasse der Bandwürmer die höchstentwickelte ist. Weitere Angehörige dieser Ordnung leben geschlechtsreif im Darm anderer Säuger und vieler Vögel, auch der Kriechtiere und selten der Lurche, nicht aber der Fische. Der für den Menschen gefährlichste unter ihnen ist der im erwachsenen Zustand kleinste: der HÜLSEN- oder BLASENWURM (*Echinococcus granulosus*; L 3–6 mm; Abb. S. 290). Er lebt geschlechtsreif im Hundedarm und hat nur drei oder vier Glieder. Von ihm befallene Hunde beherbergen ihn meist in großer Zahl. Seine Larve (*Cysticercus*) ist in der Wahl ihres Wirtes wenig wählerisch. Sie gedeiht in den Eingeweiden der Wiederkäuer, Schweine, Pferde, Kaninchen, Nager, Känguruhs, Raubtiere, Affen und auch des Menschen. Im Gegensatz zur Kleinheit des reifen Bandwurms ist die Larve gewaltig groß: Sie kann bis zu Menschenkopfgöße heranwachsen. In ihr bilden sich Brutkapseln, die je zehn bis dreißig Bandwurmköpfchen enthalten. Aus jedem von ihnen kann im Endwirt wieder ein ganzer Bandwurm entstehen; aber jedes kann auch — im Zwischenwirt verschwemmt — zu einer neuen Finnenblase werden. Die von der Blasenwand abgelösten Brutkapseln fallen in der wasserklaren Flüssigkeit der Blase als »Hydatidensand« zu Boden. So kann eine einzige reife Blase schließlich 1,2 bis 2,4 Millionen Bandwurmköpfchen enthalten.

Diese ungeheure Vermehrung durch Knospung gleicht die geringe geschlechtliche Vermehrung der reifen Bandwürmer aus. Dazu kann die Finnenblase sowohl nach innen wie auch nach außen Tochterblasen bilden. Die Finnenblasen siedeln sich vor allem in der Leber an; doch es gibt kaum ein Organ, das von ihnen stets verschont bleibt. Die vom Schmarotzer ausgelösten Krankheitserscheinungen sind daher vielfältig. Nur die völlige Entfernung der Finnenblase vermag Heilung zu bringen; durch diesen Eingriff können aber Köpfchen ausgeschwemmt werden und dann andernorts zu neuen Blasen heranwachsen. Die Gefährlichkeit dieses Bandwurms für den Menschen gebietet größte Reinlichkeit, Vorsicht im Umgang mit Hunden und sorgfältige Überwachung ihrer Losung auf Bandwurmbefall. Die Hunde gelangen zu diesem Bandwurm vor allem durch finnige Schlachtabfälle — frei-



Reifes Glied und Kopf des
Schweinebandwurms (s.
S. 303).

lich nur dort, wo der Gesundheitszustand des Schlachtviehs nicht ständig überwacht wird. Das ist noch in weiten Gebieten der Erde der Fall. So war zum Beispiel auf Island wegen der Hülsenwurmplage längere Zeit jede Hundehaltung untersagt.

Ein zweiter Bandwurm des Hundes und seiner Verwandten hat in die Larvenentwicklung eine ungeschlechtliche Vermehrung eingeschaltet: der QUESENWURM (*Multiceps multiceps*, L 40–100 cm). Er erzeugt sehr viel mehr Eier als sein kleiner Verwandter; dagegen hält sich die ungeschlechtliche Vermehrung in seiner etwa hühnereigroßen Finne in bescheidenen Grenzen. Nur einige hundert Bandwurmköpfchen sprossen hier unmittelbar aus der Wandung der Finnenblase, die bei dieser Art »Queese« oder »Coenurus« genannt wird – im Gegensatz zum »Echinococcus«, der die Köpfchen auf dem Umweg über Brutkapseln knospen läßt. Zwischenwirte sind vor allem Schafe; mit Vorliebe setzen sich die Larven in ihrem Gehirn fest. Befällt der Schmarotzer das Gehirn nur einseitig, so zeigt das erkrankte Tier die Erscheinungen der »Drehkrankheit«. Einige Male wurde sie auch beim Menschen beobachtet.

In derselben Ordnung begegnen wir noch weiteren Bandwürmern des Hundes und seiner wildlebenden Verwandten. Der längste von ihnen ist der GERÄNDERTE BANDWURM (*Taenia hydatigena*; L bis 5 m). Seine schlankhalssige Finne wächst innerhalb von sieben bis acht Wochen in den Gekrösebändern des Magens und Darmes der Schlachttiere (Wiederkäuer und Schweine) heran. Der Bandwurm befällt vor allem die mit diesen Abfällen gefütterten Hunde, also vorwiegend Metzgerhunde. Der kleinere GESÄGTE BANDWURM (*Taenia pisiformis*; L 1–2 m) entwickelt sich als Finne in den Gekrösen der Hasen und Kaninchen. Jagdhunde und Hunde auf dem Lande, wo Kaninchen gehalten werden, sind daher seine häufigsten Endwirte.

Allgemeiner verbreitet ist der GURKENKERN-BANDWURM (*Dipylidium caninum*; L 15–40 cm) im Dünndarm der Hunde und Katzen; auch bei Kindern wurde er gelegentlich gefunden. Er ist an der Gurkenkernform seiner Glieder leicht kenntlich; die Öffnungen der in jedem Glied paarig verdoppelten Geschlechtsorgane liegen beiderseits in der Mitte der Seitenkanten. Dieser Bandwurm ist nicht an den Fleischgenuß seiner Wirte angepaßt; denn seine Finne (L 0,6 mm), ein mit bloßem Auge kaum sichtbares Cysticeroid (s. S. 303), lebt im Hundefloh und im Hundehaarling (s. Band II). Flöhe als Blutsauger können die Bandwurmeier natürlich nicht mit der Nahrung aufnehmen, wohl aber tun dies ihre Larven, die wie Fliegenlarven an schmutzigen Orten nahe dem Hundelager leben und hier leicht an abgestoßene Bandwurmglieder geraten. Der Hund nimmt die Finnen dadurch auf, daß er seine Plagegeister im Fell zerbeißt und schluckt. Kinder sollen diesen Bandwurm durch Hundeflöhe bekommen, die in die Speisen fielen.

Unsere Hauskatzen beherbergen häufiger als den Gurkenkern-Bandwurm den KATZENBANDWURM (*Hydatigena taeniaeformis*; L 15–60 cm). Zwischenwirt ist die Hausmaus, in deren Leber man die erbsengroße Finnenblase häufig antrifft. Öffnet man sie, so entrollt sich aus ihr ein bis zu zwanzig Zentimeter langer Bandwurm, dessen Glieder allerdings noch keine Geschlechtsorgane enthalten. Eine solche Finne, die bereits eine Gliederkette (Strobila)

enthält, wird »Strobilocercus« genannt. Die Maus nimmt die Bandwurmeier auf, wenn sie in einem Speicher mit Katzenkot verunreinigtes Getreide verzehrt oder als Laboratoriumstier mit solchem gefüttert wird.

Schon beim Gurkenkern-Bandwurm sahen wir, daß nicht allein Fleischgenuß zu Bandwurmbefall führen kann. Auch Pferde, Schafe und Kaninchen haben ihre Bandwürmer, obwohl sie ja keine Fleischesser sind. Wie sie zu diesen Plagegeistern gelangen, blieb lange ein Rätsel. Heute wissen wir, daß sich die Finnen dieser Bandwürmer aus der Familie der ANOPOLOCEPHALIDEN (Anoplocephalidae) in frei lebenden, bodenbewohnenden Horn- oder Moosmilben entwickeln, die dann zufällig mit der Pflanzennahrung verschluckt werden. Wirbellose dienen überhaupt häufig als Zwischenwirte: Die Finnen der Hühnerbandwürmer aus der Familie der DAVANIEIDEN (Davanieidae) leben in Nacktschnecken, Regenwürmern, Stubenfliegen, Käfern, Schmetterlingen und Ameisen, die der Gänse und Enten, die der Gattung *Hymenolepis* angehören, in Wasserflöhen, Muschelkrebsen und Ruderfußkrebsen. Diese artenreiche Gattung umfaßt kleine bis mittelgroße Bandwürmer, deren reife Endglieder viel breiter als lang sind und deren Geschlechtsorgane in allen Gliedern auf derselben Seite ausmünden. In ihrer Mehrzahl bewohnen sie den Vogeldarm, einige aber schmarotzen in Säugern. So ist *Hymenolepis diminuta* in Ratten und Mäusen häufig. Ihre Finne, ein Cysticercoid, lebt in Mehlkäfern. Auch der ZWERGBANDWURM (*Hymenolepis nana*; L 10 bis 25 mm) kann sich als Finne noch im Mehlkäfer entwickeln. Das Cysticercoid gedeiht aber auch in der Darmwandung des Endwirtes, so daß der bei Bandwürmern übliche Wirtswechsel hier entfallen kann. Wirte sind die Hausmaus und — in Europa vor allem im wärmeren Süden — der Mensch. Der Befall der Mäuse durch den Zwergbandwurm ist dagegen viel weiter verbreitet. So liegt es nahe, in dem Zwergbandwurm des Menschen (*Hymenolepis nana*) und dem der Maus (*Hymenolepis nana fraterna*) trotz äußerer Gleichheit zwei Unterarten zu sehen. Bei uns wird der im übrigen recht seltene Befall meist übersehen, da die Bandwurmglieder im Darm verdaut werden; die eigenartig gebauten Eier sind aber bei der mikroskopischen Stuhluntersuchung unverkennbar.



Ei des Zwergbandwurms, innere Eihülle mit den Polschnüren, in ihr die Hakenlarve mit sechs Haken.

Die Angehörigen der übrigen Bandwurmartungen sind in reifem Zustand größtenteils Schmarotzer in Fischen, vor allem in Knorpelfischen und altertümlichen Knochenfischen. Ihr Kopf ist mit verschiedenen, zuweilen abenteuerlich gestalteten Haftvorrichtungen versehen, nicht aber mit den vier Saugnäpfen und den Hakenkränzen der höheren Bandwürmer. Als Larvenform tritt hier das »Plerocercoid« auf, das keine Blase bildet und auch nicht am Kopfende eingestülpt ist. Der Entwicklungskreis der Mehrzahl all dieser Bandwürmer ist noch unbekannt. Gut erforscht ist aber die Ordnung der PSEUDOPHYLLIDEN (Pseudophyllidea) mit dem auch im Menschen schmarotzenden FISCHBANDWURM (*Dibothriocephalus latus*; L bis 12 m; Abb. S. 289). Er wird außerdem zuweilen im Hund, in der Katze, im Fuchs, in Bären, Schweinen und anderen Säugern angetroffen. Sein Kopf trägt zwei einander gegenüberliegende Sauggruben, die ihm den wissenschaftlichen Gattungsnamen (auf deutsch: Zweigrubenkopf) verschafften. Wie der lateinische Artname sagt, sind die Glieder breit und selbst am Hinterende viel breiter als



Reifes Glied und Kopf des Fischbandwurms.

lang. Die Geschlechtsorgane münden in der Mitte der Bauchseite. Aus ihnen werden die Eier abgelegt, sie werden also nicht erst wie bei den meisten höheren Bandwürmern durch Zerfall der Glieder frei. Die entleerten Glieder treten nicht im Kot auf, dagegen in großer Zahl die Eier. Zwischenwirte sind nacheinander Ruderfußkrebse und Süßwasserfische.

Der Entwicklungsbeginn der Fischbandwurmlarve zeigt altertümliche Züge: Die Hakenlarve (Coracidium) ist mit einer bewimperten Hülle umgeben und schwimmt frei im Wasser. Im Laufe einiger Tage wird sie von einem Ruderfußkrebs verzehrt; in ihm befreit sie sich aus ihrer Wimperhülle und bohrt sich mit Hilfe ihrer sechs Haken durch die Darmwand in die Leibeshöhle. Hier wächst sie zur etwa halbmillimeterlangen Vorfinne (Proceroid) heran. Wird nun dieser erste Zwischenwirt von einem Fisch verschluckt, so bohrt sich die Vorfinne durch dessen Darmwand und wandert in seine Organe ein, wo sie sich zur Vollfinne (Pleocercoid; L 1–2 cm) entwickelt. Oft schaltet sich nun noch ein dritter Zwischenwirt ein: Ein größerer Raubfisch verschlingt den zweiten Zwischenwirt, den man hier »Hilfswirt« oder »Transportwirt« nennt. Auch im dritten Zwischenwirt bohrt sich die Larve – jetzt als Vollfinne – durch die Darmwand in die Organe, macht hier aber keine weitere Verwandlung durch. Man nennt den dritten Zwischenwirt daher »Wartewirt« oder »Stapelwirt«. Mit Fischabfällen gelangt die Vollfinne nun in Hund oder Katze, oder mit roher Fischkost in den Menschen. Im Darm dieses Endwirtes endlich wächst die Vollfinne zum reifen Bandwurm aus. Roher Süßwasserfisch ist keine allgemein übliche Kost. Nur in Gegenden, wo der Genuß von Hechtkaviar, Quappenleber, rohen Fischsalaten und ähnlichen Fischgerichten Brauch ist, wird der Mensch vom Fischbandwurm befallen. In Europa sind das vor allem die Länder um das Baltische Meer, das Donaudelta, die Schweizer und die Oberitalienischen Seen, einst auch der Starnberger See. H. Vogel fand 1929 in Kurland alle untersuchten Fischer mit dem Fischbandwurm behaftet.

Der wachsende Fischbandwurm ruft bei seinem Träger oft eine hochgradige Blutarmut (perniziöse Anämie) hervor. Sie mag daher rühren, daß der Bandwurm der Nahrung seines Wirtes das zur Blutbildung erforderliche Vitamin B₁₂ entzieht. Dieser Wirkstoff ist im Fischbandwurm stark angereichert. Auf gleiches Gewicht umgerechnet, enthält er davon fünfmal mehr als der Rinderbandwurm, der keine Blutarmut verursacht.

Bei den Pseudophylliden, zu denen der Fischbandwurm zählt, besteht die Neigung, die Geschlechtsreife in die Larvenzeit vorzuverlegen (Neotenie). Der von den Fischzüchtern in Karpfenteichen gefürchtete RIEMENBANDWURM (*Ligula intestinalis*; L bis 75 cm) beginnt seine Entwicklung wie der Fischbandwurm als Coracidium und als Vorfinne in einem Ruderfußkrebs. Er wird auch im Fisch zur Vollfinne, die aber schon hier die Geschlechtsreife erlangt. Wird der Fisch nun von einem Wasservogel – bei uns meist einem Lappentaucher – verschlungen, so verbleibt der Bandwurm nur noch wenige Tage in diesem Endwirt; er verläßt ihn dann, angefüllt mit reifen Eiern, als ganzer, nur unvollständig gegliederter Wurm. Noch weiter vorverlagert wird die Geschlechtsreife beim NELKENWURM (*Caryophyllaeus laticeps*; L 4 cm). Seine Vorfinne lebt in den schlammbewohnenden Röhrenwürmern (Gat-



Gnathostomaria lutheri:
Habitus und Organisation.
1 Schlundkopf, 2 Darm, 3 Eierstock, 4 Bursa, 5 Hoden, 6 Samenblase, 7 Begattungsorgan.



Hautzellen von *Gnathostomaria* mit einer Wimper pro Zelle.

tung *Tubifex*; s. S. 377) und entwickelt hier bereits ihre nicht reihenweise angelegten Geschlechtsorgane. Wird das Würmchen von einem Brachsen verzehrt, so reifen die Bandwurmer in ihm. Der ihm nahe verwandte Bandwurm *Biacetabulum sieboldii* (L bis 3 mm) benötigt zur Geschlechtsreife keinen Fisch, da seine Eier bereits im *Tubifex*-Wurm in der Vorfinne reifen. So hat dieser Bandwurm den höchsten Grad der Neotenie erlangt.

Klasse
Kiefermündchen
von P. Ax

In der Vielfalt tierlicher Baupläne kann der Zoologe auch heute noch unbekannte Typen entdecken. So existieren erst seit 1956 die KIEFERMÜNDCHEN (Gnathostomulida; Abb. S. 315) im zoologischen System. Ich habe sie zunächst als eine neue Ordnung der Strudelwürmer (s. S. 280) beschrieben und wenig später in den Rang einer eigenen Klasse der Plattwürmer (s. S. 274) gestellt. Auch in diesem Werk schließen wir die Kiefermündchen den Plattwürmern an. Einige Zoologen betrachten diese Tiere sogar als selbständigen Tierstamm neben den Platt- und Fadenwürmern (s. S. 334).

Die erste Arbeit, die die beiden Arten *Gnathostomula paradoxa* aus der Nord- und Ostsee und *Gnathostomeria lutheri* aus dem Mittelmeer behandelt, veröffentlichte ich vor fünfzehn Jahren; heute liegen aber schon mehr als zwanzig Arbeiten über die Kiefermündchen in deutscher, englischer und russischer Sprache vor. Man kennt von dieser neuentdeckten Tierklasse bereits zahlreiche Gattungen mit über vierzig Arten, deren Fundorte sich über die Küsten verschiedener Ozeane von der Arktis bis zu den Tropen erstrecken.

Die Kiefermündchen sind mikroskopisch kleine Lebewesen (GL meist unter 1 mm, bei *Nanognathia exigua* nach R. Riedl nur 0,4 mm; größter Vertreter ist mit 3,5 mm nach den Angaben von Kirsteuer *Pterognathia grandis* von den Bahamas). Gestalt schlank, wurmförmig. Vorderende setzt sich zumeist als kleines Köpfchen mit Tastborsten ab; wird nur bei *Pterognathia* zu einem langen Schnabel (Rostrum) ausgezogen. Körper zylindrisch, hinten abgerundet (bei *Gnathostomaria* und *Pterognathia*) oder mit einem Schwanzfaden versehen (bei *Gnathostomula*).

Das erste wichtige Merkmal dieser Gruppe liefert die Körperbedeckung. Bei mittlerer Vergrößerung treten im Umriß lange und ungewöhnlich locker angeordnete Fäden hervor. Sie erzeugen mit regelmäßig aufeinanderfolgenden Schlägen die langsamen Gleit- und Schwimmbewegungen der Kiefermündchen. Studiert man nun kleinere Hautstellen mit stärkster Lichtoptik, so wird ein wesentlicher Unterschied dieser Körperbedeckung zur normalen Wimperdecke (Wimperepithel) deutlich. Während dort die einzelnen Zellen stets zahlreiche kurze Wimpern aufweisen, entspringt aus jeder Hautzelle der Kiefermündchen nur eine einzige Geißel. Aufgrund dieser Bauart habe ich die Körperdecke der Kiefermündchen als »Hautgeißelepithel« bezeichnet. Sterrer nennt sie nach dem funktionellen Unterschied zwischen Geißeln und Wimpern ein »einwimpriges (monoziliares) Wimperepithel«.

Zwei weitere besondere Merkmale der Kiefermündchen zeigt der Vorderdarm. Der Mundhöhlenboden trägt immer eine der Überzugsschicht entstammende (kutikuläre) Grundplatte, die sehr vielgestaltig ist. Im Schlundkopf liegen die Kiefer, nach denen die Tiere ihren Namen haben. Diese Kieferapparat von nur zwanzig bis dreißig Mikrometer Länge (1 Mikrometer =



Habitus von *Pterognathia simplex*.

1 $\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$) tritt in zwei Grundtypen auf, dem Spangenkiefer und dem Lamellenkiefer. Im Spangenkiefer ist das Kieferpaar nach dem Prinzip einer Pinzette fest miteinander verbunden (bei *Gnathostomaria* und *Pterognathia*), im Lamellenkiefer dagegen sind die beiden Kiefer vollständig getrennt (bei *Gnathostomula* und *Austrognathia*). An den Innenkanten sitzen hier bis zu drei Reihen winziger Zähnnchen.

Die Kiefermündchen sind Zwitter. Ihr männlicher Geschlechtsapparat besteht aus paarigen, seitlichen Hoden, einem in der Mitte liegenden Begattungsorgan verschiedener Ausprägung und einer Öffnung am Hinterende. Die weiblichen Organe sind im einfachsten Fall nur eine Reihe von Eizellen unter dem Rücken, so bei *Pterognathia*. Bei den meisten Gattungen aber folgt auf die letzte Eizelle des Eierstockes ein verwickelt gebautes Speicherorgan (Bursa) für den Samen des Geschlechtspartners. Nur die Gattung *Austrognathia* hat eine rückseitige weibliche Geschlechtsöffnung.

Nach der Befruchtung werden die Eier einfach aus der Rückenseite herausgedrückt. Die Entwicklung verläuft nach R. Riedl über eine echte Spiral-Quartett-Furchung ohne Larvenstadien. Als Nahrung der Kiefermündchen hat Riedl Bakterien, Pilzfäden und Algen beobachtet. Die Tiere schaben sie mit der Grundplatte vom Boden ab und ergreifen sie dann mit schnappenden Bewegungen der Kiefer.

Wir finden Kiefermündchen von der Gezeitenzone bis in zwanzig oder dreißig Meter Wassertiefe. Überwiegend leben sie im Lückensystem zwischen den Sandkörnern (Mesopsammal). Die reichste Ausbeute liefern abfallhaltige (detritushaltige) Feinsande. Sehr ungewöhnlich ist die senkrechte Verteilung dieser Tiere im Boden: An der nordamerikanischen Atlantikküste nehmen die Artenzahl und die Besiedelungsdichte von der Sandoberfläche bis in die durch Schwefeleisen schwarz gefärbten und nach Schwefelwasserstoff riechenden Schichten stark zu. In dieser äußerst sauerstoffarmen oder sogar sauerstofffreien Zone haben die Kiefermündchen, wie Riedl feststellte, ihre höchste Entfaltung. An der Nordseeküste siedelt auch *Gnathostomula paradoxa* vorrangig in den grauen Ablagerungen, die sich etwa zehn Zentimeter unter der Wattoberfläche befinden.

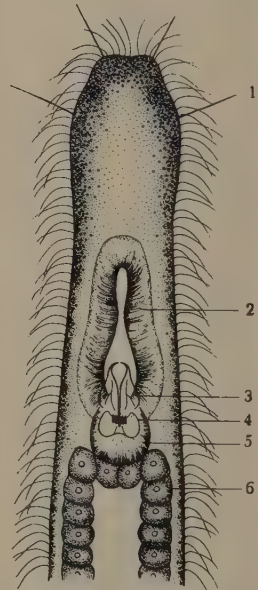
Die Verwandtschaftsbeziehungen der Kiefermündchen sind noch voll ungeklärter Fragen. Ihre Spiralfurchung erlaubt uns zunächst die Einordnung in die große Stammgruppe der Spiraltiere (s. S. 280). Allgemeine Übereinstimmungen mit den Plattwürmern ergeben sich dann aus dem Fehlen eines Blutgefäßsystems und einer sekundären Leibeshöhle (Coelom), dem Vorhandensein eines afterlosen Darmes und des zwittrigen Geschlechtssystems. Die Bauart des Schlundkopfes aber läßt sich nicht aus dem Schlundbau der Plattwürmer ableiten. Andererseits bestehen auch keine engeren Beziehungen zum Kauapparat der zum Stamm der Schlauchwürmer zählenden Rädertierchen (s. S. 329). Darüber hinaus ist die Körperdecke der Kiefermündchen, die nur eine Wimper je Zelle haben, einzigartig; im gesamten Bereich der Zweiseitentiere (Bilateria; s. S. 273) gibt es keinen Tierstamm, bei dem die erwachsenen Tiere ein vergleichbares Deckepithel besitzen. So bleiben noch viele Aufgaben für künftige Untersuchungen offen — die Kiefermündchen sind noch immer eine rätselhafte Wurmgruppe aus dem Meeressand.



Spangenkiefer und Basalplatte von *Gnathostomaria lutheri*.



Lamellenkiefer und Basalplatte von *Gnathostomula paradoxa*.



Vorderende von *Gnathostomaria lutheri*. 1 Tastborsten, 2 Schlundkopfwand, 3 Kiefer, 4 Basalplatte, 5 Schlundsack, 6 Darm.

Neuntes Kapitel

Kelchwürmer und Schnurwürmer

Stamm
Kelchwürmer
von P. Rietschel

Die KELCHWÜRMER (Stamm Kamptozoa oder Entoprocta; GL bis 0,5 cm; Abb. S. 315) sind kleine Meeresbewohner; nur in einer Familie Süßwassertiere. Ihr dem Untergrund angehefteter Stiel trägt ein Köpfchen, das bei Störungen heftige Nickbewegungen vollführt. Nach diesem Verhalten benannte man den Stamm, denn »Kamptozoa« bedeutet »Nicktiere«. Das Köpfchen trägt einen Kranz von bewimperten Armen (Tentakeln), die die Nahrung herbeistrudeln; mit diesen Einrichtungen ähneln die Kelchwürmer den sich in gleicher Weise ernährenden Moostierchen. Auch die Larven beider Gruppen sind einander ähnlich. Deshalb stellten die Forscher einst die Kelchwürmer zu den Moostierchen. Sie bemerkten aber doch eine Besonderheit der Kelchwürmer: Ihr After mündet im Gegensatz zu dem der Moostierchen innerhalb des Tentakelkranzes. Man nannte sie daher im Gegensatz zu den Moostierchen, den »Ectoprocta« (»Tiere mit Außenafter«), die »Entoprocta« (»Tiere mit Innenafter«); und dieser Name blieb ihnen neben dem der Kamptozoa bis heute. »Kelchwürmer« heißen sie auf deutsch, da ihre Form einem gestielten Weinkelch ähnlich ist; freilich ist ihre durch die Ernährungsweise geprägte Gestalt nicht die eines »Wurmes«.

Wie die Plattwürmer, so besitzen die Kelchwürmer keine echte Leibeshöhle (Coelom). Stiel und Köpfchen sind wie der Körper der Plattwürmer mit Parenchymgewebe (s. S. 274) erfüllt. Diesen gegenüber lassen sie aber einen wesentlichen Fortschritt erkennen: Der Urmund dient ihnen nicht zugleich als Mund und After; er schließt sich von hinten nach vorn bis auf die verbleibende Mundöffnung, während in seinem hinteren Bereich der After durchbricht. So wird der Darmkanal für die Nahrung zur »Einbahnstraße«. Die Larve der Kelchwürmer ist der »Trochophoralarve« der Gliederwürmer (Abb. S. 352) ähnlich; auch die frühen Vorgänge der »Spiralfurchung« (s. S. 280) ähneln denen der Gliederwürmer und anderer Spiraltiere sehr. So verweisen manche Züge in ihrer Entwicklung schon auf die Leibeshöhlentiere, obwohl die Kelchwürmer selbst noch keine Leibeshöhle besitzen. Ihre Ausscheidungsorgane sind daher noch wie die der Plattwürmer geschlossene »Protonephridien« (s. S. 275).

Scheitelpol und Urmundpol der Kelchwurmlarve lassen sich ohne weiteres mit denselben Polen der Trochophoralarve vergleichen; zur Verwandlung heftet sich die Larve mit dem Urmundpol (ihrer Bauchseite) fest. Dann aber lagern sich die Organe im Innern der Larve völlig um, so daß schließlich die

BAUPLÄNE DER KIEFERMÜNDCHEN, KELCH- UND SCHNURWÜRMER

1 Kiefermündchen (Klasse Gnathostomulida; s. S. 311)
Lage der Organe in Aufsicht: Vorderende mit Tastgeißeln, Gehirn und Nervensystem noch im äußeren Keimblatt der Haut, darunter Längsmuskelschlauch. Darm ohne After, mit einem kieferbewehrten Schlund beginnend (daher der Name Kiefermündchen); auf dem Darm der Eierstock mit Samentasche, dahinter seitlich die Hoden in zwei Längsreihen, zwischen diesen das Begattungsorgan.

2 Kelchwürmer (Stamm Kamptozoa; s. S. 313)

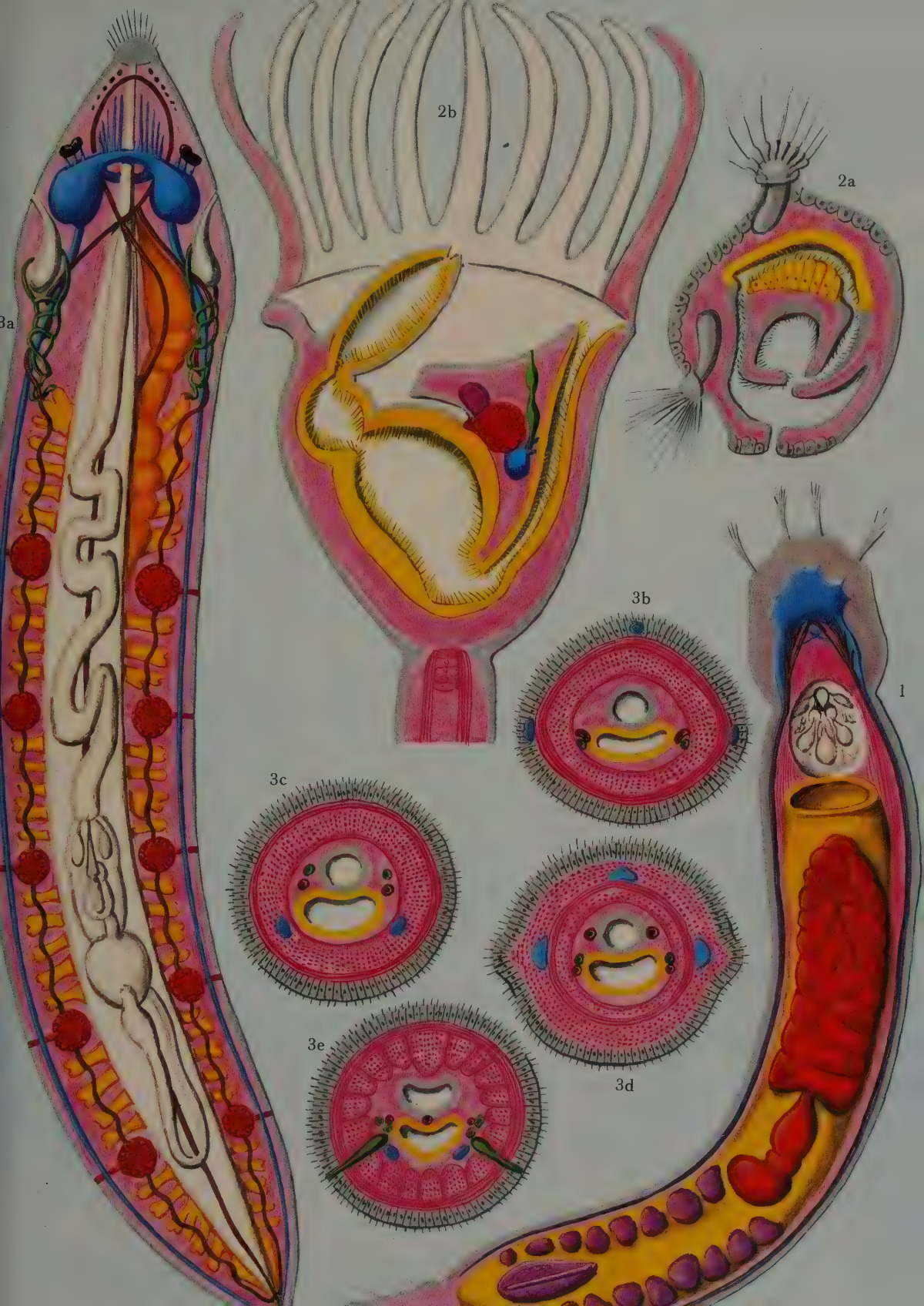
2a eine soeben festgesetzte Larve (davor die Schwimmlarve; s. S. 318), 2b ausgewachsenes Tier im Längsschnitt. Larve mit zwei Sinnesorganen: Scheitelorgan (oben) und Mundorgan (links). Mund (links) und After (rechts) durch den vorgewachsenen Wimperkranz (Abb. S. 313) in das Innere verlagert. Die sich unten schließende Wimperkranzfalte wird zur Haftfläche. Nachdem sich das Innere im Halbkreis gedreht hat, weisen beim erwachsenen Tier (2b) Mund (nun rechts) und After (nun links, auf einen Kamin erhoben) nach oben; beide wie die Mündungen der Fortpflanzungs- und der Ausscheidungsorgane innerhalb des Tentakelkranzes (»Entoprocta« griechisch »die mit dem Innenafter«). Das Anheftungsgebiet zum Stiel ausgewachsen.

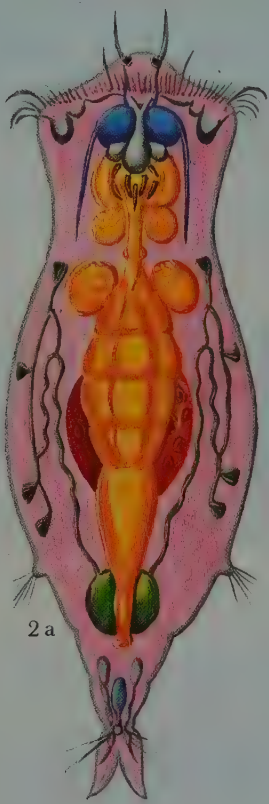
3 Schnurwürmer (Klasse Nemertini; s. S. 318)

3a Weibchen von oben, 3b–3e Querschnitte. In 3a weiß: Rüsselscheide mit Rüssel, in seinem letzten Drittel (von hinten nach vorn) die Giftdrüse (U-förmig), der Giftbehälter (Ballon) und der Giftstachel,

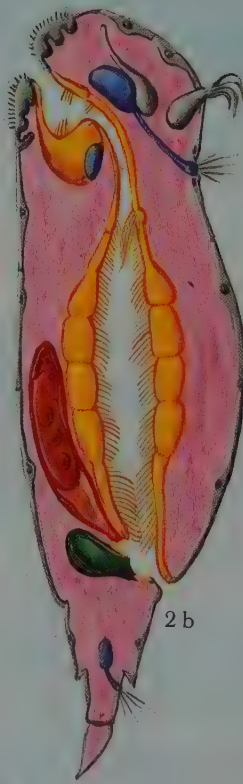
neben ihm die Taschen mit Ersatzstacheln; Nervensystem mit Gehirn und zwei oder drei Längsstämmen, diese verschieden tief gelagert (3b–3e); neben dem Gehirn seitlich mündend die drüsigen »Cerebralarorgane« (s. S. 321). Darm (hier durch die Rüsselscheide weitgehend verdeckt) mit meist bauchseitigem Mund und endständigem After, Mitteldarm mit zahlreichen seitlichen Blindsäcken. Geschlossenes Blutgefäßsystem aus zwei Seitengefäßen und oft einem Rückengefäß, dazu Gefäße des Rüsselorgans. Eierstöcke seitlich in Serie angeordnet, mit kurzen Gängen nach außen mündend; Ausscheidungsorgane (Protonephridien) im Vorderkörper. 3b–3e die verschiedene Lage der Nervenlängsstämme: 3b in der Haut (ursprünglichster Zustand, Protonemertinen; s. S. 318), 3c im zweischichtigen Hautmuskelschlauch in der Längsmuskellage (Mesonemertinen; s. S. 318), 3d im dreischichtigen Hautmuskelschlauch zwischen der äußeren Längsmuskellage und der Ringmuskellage (Heteronemertinen; s. S. 318), 3e unter dem Hautmuskelschlauch (Hoplonemertinen; s. S. 319).

Farbgebung wie die Abbildungen auf den Seiten 175, 276 und 279, und zwar: Grau = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenfarben = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem, Grün = Ausscheidungsorgane, Weiß = Parenchym; außerdem Rotbraun = Blutgefäße.





2 a



2 b



3 a



1



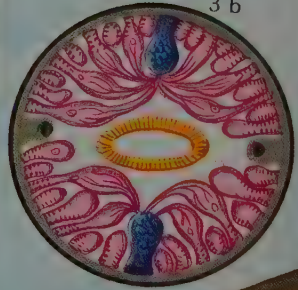
5



6 a



6 b



3 b



4

BAUPLÄNE DER SCHLAUCHWÜRMER

1 Bauchhaarlinge (Klasse Gastrotricha; s. S. 327)
Kopf mit großem Gehirn und Tasthaaren, Darm mit Mundrohr und After, Hinterende mit zwei Zehen mit Klebdrüsen. Bewimperung der flachen Bauchseite (Name!) hier nicht dargestellt.

2 Rädertiere (Klasse Rotatoria; s. S. 329)
2a in Aufsicht, 2b im Längsschnitt von links. Kopf mit Scheitelsinnesorgan, dahinter um den Mund mit Räderorgan. Hinter dem Gehirn die dreiteilige Kopfklebdrüse (Retrocerebralorgan); im Nacken der Rückentaster. Schlund (Kaumagen) mit siebenteiligem Kauapparat (Mastax) mit Muskeln, Speicheldrüsen und Nervenknotten; Speiseröhre, innen bewimperter Magendarm; vorne mit paarigen Magendrüsen, Eier-Dotterstock und Harnblase münden bauchseitig in die Kloake, diese als After rückseitig vor dem Fuß nach außen. Streckbarer Fuß mit paarigen Zehen, Zehenklebdrüsen und Fußtastorgan, dieses mit eigenem Nervenknotten.

3 Fadenwürmer (Klasse Nematoda; s. S. 334)
3a Eingeweide von links, 3b Querschnitt: Vorderende mit Kopfsinnesorganen und endständigem Mund, Schlund mit strahligen Muskelfasern, Darm einschichtig und drüsenlos, frei durch die unechte Leibeshöhle gespannt, endet in bauchseitigem After. Das aus einer einzigen Zelle gebildete Ausscheidungsorgan (kein Protonephridium) besteht aus zwei durch einen Quergang verbundenen Seitenstämmen und mündet in der bauchseitigen Mittellinie. Hautmuskelschlauch nur aus Längsmuskeln, die Fortsätze zu den Nervenstämmen (einem rücken- und einem bauchseitigen, 3b) entsenden (sonst stets umgekehrt die Nerven zu den Muskeln!).

4 Saitenwürmer (Klasse Nematomorpha; s. S. 349)
Körperabschnitt seitlich angeschnitten: Auch hier Hautmuskelschlauch nur aus Längsmuskeln und Körperhöhlen ohne eigene Wandung, im Gegensatz zu Fadenwürmern aber Nervenlängsstamm nur bauchseitig und keine Ausscheidungsorgane.

5 Hakenrüßler (Klasse Kinorhyncha; s. S. 354)
Längs durchschnitten von links: Schlund, Darm und Gehirn wie bei Fadenwürmern, aber nur bauchseitiger Nervenstamm mit Nervenknotten, die der äußeren Gliederung entsprechen.

6 Kratzer (Klasse Acanthocephala; s. S. 355)
6a Weibchen von der Seite, 6b Männchen vom Rücken her geöffnet: Haken am Kopf und Fehlen eines Darmes wie bei Bandwürmern (gleiche Anpassung an gleiche Lebensweise!); Rückziehmuskel des Rüssels (oben) und der Rüsselscheide (darunter) nur in 6b dargestellt, ebenso das Nervensystem (aber auch beim Weibchen vorhanden); die Säcke im Vorderkörper sind die »Lemnisk«^{en}, die die von der Haut aufgenommenen Nährstoffe an die sie umspülende Leibeshöhlenflüssigkeit und damit an die inneren Organe weitergeben.

Schematische Farbgebung wie die Abbildungen auf den Seiten 276, 279 und 314, und zwar: Grau = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenfarben = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem, Grün = Ausscheidungsorgane, Weiß = Parenchym, Rotbraun = Blutgefäße.

Bauchseite mit Mund und After den Scheitel des Köpfchens bildet und die Hohlseite des U-förmigen Darmes sich nach oben wendet.

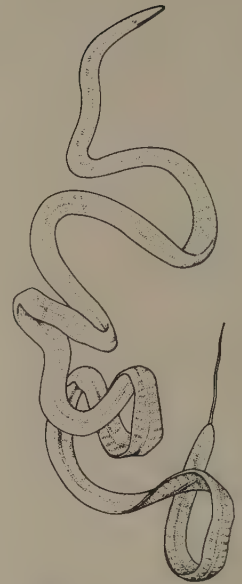
Die Eier der teils getrenntgeschlechtlichen, teils zwittrigen Arten werden innerhalb des Tentakelkranzes auf dem Kelch abgelegt und entwickeln sich hier zur Schwimmlarve; sie zehrt anfangs noch an der von der Mutter herbeigestrudelten Nahrung mit. Dazu gibt die mütterliche Haut nahe der Geschlechtsöffnung nährstoffhaltige Zellen ab, die den Larven ebenfalls zur Nahrung dienen. Schließlich löst sich die Larve vom Eistiel und vom mütterlichen Mundafterfeld. Neben dieser geschlechtlichen Vermehrung gibt es bei allen Kelchwürmern eine ungeschlechtliche durch Knospung. Bei den LOXOSOMATIDEN (Familie Loxosomatidae), bei denen sich der Stiel zum Kelch allmählich erweitert, knospt die Kelchwand; bei den PEDICELLINIDEN (Familie Pedicellinidae), bei denen der Kelch vom Stiel scharf abgesetzt ist, knospt die Grundplatte des Stiels oder ein ihr entspringender Keim- oder Knospenzapfen. Die SÜSSWASSER-KELCHWÜRMER (Familie Urnatellidae), zu denen die in einigen Seen um Berlin vorkommende *Urnatella gracilis* gehört, pflanzen sich ausschließlich durch Knospen fort. Im Herbst gehen ihre Kelche zugrunde, und im Frühjahr entspringen den kahlen Stielen neue Kelche.

Von der Geschichte des zweifellos sehr alten Stammes der Kelchwürmer zeugen keine Versteinerungen, da ihnen Hartteile fehlen. Heute bevölkern etwa sechzig Arten vorwiegend die Küstengewässer der Meere, davon einige auch die europäischen; dazu leben einige wenige im Süßwasser.

Nicht häufig sieht man SCHNURWÜRMER (Klasse Nemertini; Abb. S. 315), denn die meisten leben versteckt in den verschiedensten Lebensräumen des Meeres. Nur wenige unscheinbare Arten haben sich an das Leben im Süßwasser anpassen können, und die geringe Zahl von landlebenden Formen ist auf die warmen Gebiete der Erde beschränkt. Einzelne von ihnen wurden in Warmhäuser eingeschleppt. Den Namen »Schnurwürmer« erhielten diese Tiere nach der Gestalt der auffälligsten Formen. Sie sind band- bis schnurförmig, bisweilen sogar dünn wie ein Zwirnsfaden. Es gibt jedoch auch robuste, ziemlich breite und kurze Formen, andere erscheinen wegen ihrer geringen Größe nicht schnurförmig. Der neuerdings eingeführte Name RÜSSELHÖLENTIERE (Rhynchocoelia) bezieht sich auf ein Organsystem, das allen Angehörigen der Klasse eigentümlich ist: An der Rückenseite liegt über dem Darm eine langgestreckte Rüsselhöhle (Rhynchocoelom); in ihr befindet sich ein Rüssel, der durch eine Öffnung am Vorderende ausstülpbar ist. Wir unterscheiden vier Ordnungen.

1. PALAEONEMERTINEN (Palaeonemertini); Rüssel unbewaffnet, Hautmuskelschlauch mit Ringmuskelschicht (außen) und Längsmuskelschicht (innen), Nervensystem im Hautepithel (Protonemertini; Abb. S. 315) oder in der Längsmuskelschicht (Mesonemertini; Abb. S. 315); ohne Rückengefäß, Cerebralorgan und Augen, oder diese sehr einfach; altertümliche Gruppe.

2. HETERONEMERTINEN (Heteronemertini; Abb. S. 315); Rüssel unbewaffnet, Hautmuskelschlauch mit zusätzlicher äußerer Längsmuskelschicht, zwischen ihr und der Ringmuskelschicht das Nervensystem; mit Rückengefäß, Cerebralorgan und Augen.



Micrura alaskensis

Klasse
Schnurwürmer
von H. Friedrich



Tetrastemma quadrilineatum



Amphiporus exilis (s. S. 318)

3. HOPLONEMERTINEN (Hoploneimertini; Abb. S. 315); Rüssel bewaffnet, Hautmuskelschlauch aus Ringmuskelschicht und Längsmuskelschicht, Nervensystem unter ihm.

4. EGELSCHNURWÜRMER (Bdellomorpha); Rüssel unbewaffnet, Hinterende mit Sauggrube, Hautmuskelschlauch und Nervensystem wie bei den Hoplonemertinen. Schmarotzer in Muscheln.

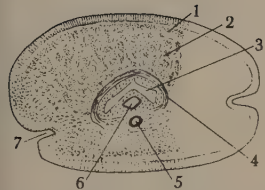
Als kleinste Vertreter der Klasse gelten Tierchen aus dem Lückensystem von Sandböden im Meer, die eine Länge von zwei bis drei Millimeter erreichen; demgegenüber werden die Riesen der Klasse bis dreißig Meter lang — bei einer Breite von nur wenigen Zentimetern. Als Durchschnittsgröße der etwa 750 bekannten Arten kann man zehn Zentimeter ansetzen.

Außerlich sind die Schnurwürmer nicht gegliedert. Bei den meisten Arten ist das Vorderende durch eine leichte Einschnürung gegen den übrigen Körper abgesetzt. Dunkle Augenpunkte oder Längsfurchen kennzeichnen außerdem oft das Vorderende. Nur in seltenen Fällen sind Körperanhänge vorhanden. Eine Gattung, die in der Mantelhöhle von Meeresmuscheln lebt (*Malacobdella*; L 3–4 cm), weist an beiden Körperenden je einen Saugnapf auf. Einige ständig im freien Wasser der Meere schwimmend und schwebend lebende Arten besitzen ein Paar kurzer tentakelförmiger Anhänge.

Mannigfaltiger erscheinen die Schnurwürmer durch ihre Färbung: Farblose und gelatineartig durchsichtige Formen finden sich unter den Arten des Geschwebes; bei den am Boden lebenden Formen beobachtet man die ganze Farbskala von einfarbig Weiß bis Schwarz oder Muster mit Streifen, Ringeln, Flecken usw. Noch ist wenig darüber bekannt, wie weit die Färbung sich verändern kann.

Hält man einen Schnurwurm lebend in einer Schale mit Wasser, so liegt er bei Tage gewöhnlich still in einer Schleimhülle und ist mehr oder minder zusammengezogen. Erst nachts oder wenn sie gereizt werden, setzen sich die meisten Tiere in Bewegung. Dabei strecken sie sich in die Länge, bisweilen auf das Doppelte ihres Ruhezustands, werden gleichzeitig dünner und gleiten ruhig über die Unterlage dahin. Bei stärkerer Reizung des Hinterendes zieht es sich schnell zusammen, während das Vorderende sich streckt und dabei verjüngt. Die Streckung schreitet von vorn nach hinten über den Körper fort, so daß das Vorderende schnell von der Reizquelle fortgeschoben wird. Oft wechseln das Zusammenziehen und das Strecken von Körperstellen so miteinander ab, daß ähnlich wie beim Regenwurm eine Wellenbewegung über den Körper hinläuft. Stoßen die Tiere bei der Vorwärtsbewegung auf eine Reizquelle, so weichen sie entweder seitwärts aus, oder zucken durch Zusammenziehen zurück oder kriechen rückwärts davon.

Dieses Verhalten wird verständlich aus dem Bau des Hautmuskelschlau- ches. Die Haut selber besteht nur aus einer Zellschicht, in der neben schlan- ken Stützzellen zahlreiche Drüsenzellen vorhanden sind, die Schleim her- vorbringen. Die Stützzellen tragen an ihrer nach außen gerichteten Ober- fläche zahlreiche kleine Wimpern. An der Schleimhülle, die den Körper um- gibt, finden die Wimpern das Widerlager bei ihrem Schlag, so daß die Tiere ohne Gestaltveränderung vorangehen können. Die Streckung und die Zu- sammenziehung des Körpers wird durch Ring- und Längsmuskeln bewirkt,



Querschnitt durch den Kopf vor dem Gehirn. 1 Verteilung der Hautdrüsen, 2 die hochentwickelten Kopfdrüsen, 3 Blutlakune, 4 Ringmuskulatur, 5 Drüsenausführgang, 6 Rhynchodaeum, 7 Kopffurche.

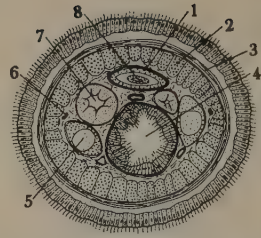
die unter der Hautschicht liegen; dabei liegt die Ringschicht außen, die kräftigere Längsmuskelschicht darunter. Dieser einfache Hautmuskelschlauch erhielt bei vielen Formen einen verwickelteren Bau — und zwar dadurch, daß zwischen Haut- und Ringmuskelschicht noch eine äußere Längsmuskelschicht ausgebildet und ein großer Teil der Hautdrüsenzellen in diese Längsmuskelschicht eingesenkt ist.

Bei einigen Arten sind die Längsmuskeln an der Rücken- und Bauchseite stärker entfaltet als an den Flanken. Durch abwechselndes Zusammenziehen dieser Muskeln vermögen die Tiere Schläge von oben nach unten und umgekehrt auszuführen, die sie schwimmend durchs Wasser treiben. Dieses Schwimmvermögen ist nur bei wenigen bodenlebenden Formen entwickelt, häufiger dagegen bei den frei schwimmenden Arten. Außer den Längsmuskeln wirken dabei noch Muskelbündel mit, die den Körper von oben nach unten durchziehen und bei vielen schwimmenden Formen besonders kräftig sind. Der vom Hautmuskelschlauch umschlossene Raum birgt die übrigen Organsysteme und das Bindegewebe, das den verbleibenden Platz ausfüllt. Wie bei den Strudelwürmern ist also keine Leibeshöhle vorhanden.

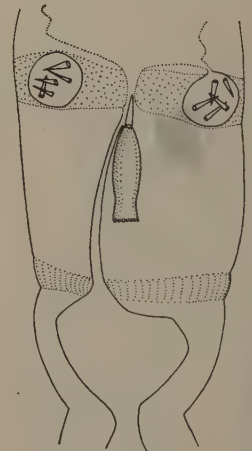
Das besondere Organsystem der Schnurwürmer ist der schlauchförmige Rüssel, der in der Rüsselhöhle liegt und mit seinem Vorderende vorn an deren Wand angewachsen ist. Wird durch Muskelzusammenziehung der Flüssigkeitsdruck in der Rüsselhöhle erhöht, so tritt der Rüssel durch einen von der Anheftungsstelle zur Kopfspitze verlaufenden Kanal nach außen, indem er sich wie ein Handschuhfinger umkrepelt. Die dadurch nach außen gekehrte Oberfläche des Rüssels ist mit Schleimdrüsen besetzt und klebrig. Im übrigen ist der Rüssel aus Ring- und Längsmuskeln aufgebaut. Trifft der Schnurwurm auf eine Beute, etwa einen Gliederwurm oder einen kleinen Krebs, so schleudert er den Rüssel blitzartig aus, der dann an der Beute klebt, sie umwickelt und lähmt. Durch Zusammenziehen verkürzt sich der Rüssel und zieht die Beute an die Mundöffnung heran.

Eine Ordnung von Schnurwürmern, die Hoplonemertinen, ist durch eine besondere Bewaffnung des Rüssels ausgezeichnet. Sie besteht aus einem Angriffstilet auf einem kegelförmigen Sockel oder aus einer großen Zahl kleiner Dolche auf sichelförmigem Sockel und aus Drüsen, die in der Wand des Rüssels liegen und in unmittelbarer Nähe der Dolche ausmünden. Der Bau des Rüsselorgans ist verschieden, so daß sich nach ihm Unterklassen, Ordnungen und Unterordnungen unterscheiden lassen. Der Rüssel kann einen Giftstachel tragen oder unbewehrt sein; die Rüsselhöhle kann verschiedene Länge haben, die Wandung verschieden gebaut sein, paarige, unpaare oder auch keine Ausstülpungen besitzen. In neuerer Zeit wurden sogar Schnurwürmer bekannt, deren ursprünglich einheitlicher Rüssel durch wiederholte Teilung büschelförmig wurde und so bis zu 64 freie Enden erhielt.

Der Darmkanal beginnt entweder mit einer Mundöffnung an der Unterseite des Vorderendes, die in ein Schlundrohr führt, oder das Schlundrohr steht in Verbindung mit dem Kanal in der Kopfspitze, durch den der Rüssel ausgestoßen wird. Die Wand des Schlundrohres ist meist mit zahlreichen Drüsen ausgestattet; oft erweitert sich der hintere Teil dieses Rohres zu einem Magen. Schlundrohr und Magen bilden den Vorderdarm; es schließt sich der



Querschnitt unmittelbar hinter dem Gehirn. 1 Rüsselscheide, 2 Längsmuskulatur, 3 Ringmuskulatur, 4 Oesophagus, 5 seitlicher Nervenstrang, 6 Ocelle, 7 Darm, 8 Rüssel.



Umriss des Stilet-Apparates und Rüssels.

Mitteldarm an, ein Rohr, das mit zahlreichen, paarig angeordneten Seitentaschen verschiedener Form versehen ist. Oft schimmert der Mitteldarm mit seinen Taschen nach außen durch, insbesondere wenn er gefüllt ist. Nach hinten werden die Taschen flacher; der kurze Enddarm ist ohne Seitentaschen und mündet durch einen am Körperende gelegenen After nach außen. Im übrigen können außer den paarigen Seitentaschen des Mitteldarmes sowohl an ihm als auch am Vorderdarm unpaare Taschenbildungen verschiedener Art auftreten. Mund und Schlund sind stark erweiterungsfähig, so daß die Schnurwürmer verhältnismäßig große Beutetiere verschlingen können.

Die Ausscheidungsorgane liegen in den Flanken der Tiere; sie bestehen aus einem Kanal, der in seinem Verlauf durch eine oder mehrere Poren nach außen mündet, in Ausnahmefällen aber in den Darm entleert; an seinem vorderen Ende steht er mit den eigentlichen Ausscheidungszellen in Verbindung. Diese Anfangsorgane können geschlossene Kanälchen, drüsige oder auch offene trichterförmige Gebilde sein. Noch fehlen uns in den meisten Fällen genauere Einzelheiten darüber, und die stammesgeschichtlichen Beziehungen der verschiedenen Ausscheidungsorgane sind noch ungeklärt.

Während bei den meisten Meeresformen die Ausscheidungsorgane auf den Bereich der Vorderdarmgegend beschränkt sind, erstrecken sie sich bei Arten aus dem Brack- und Süßwasser und bei landbewohnenden Schnurwürmern bis ans Körperende. Die Organe dienen daher wahrscheinlich nicht nur der Ausscheidung von Stoffwechselerzeugnissen, sondern auch der Abgabe von Wasser zur Erhaltung des osmotischen Druckes.

Die der eigentlichen Ausscheidung dienenden Teile dieser Organe haben öfters eine enge Verbindung zum Blutgefäßsystem. Im Grundplan besteht das Blutgefäßsystem aus drei längsverlaufenden Gefäßen; zwei davon befinden sich seitlich neben dem Darm, das dritte liegt über dem Darm, zwischen ihm und der Rüsselhöhle. Vorn im Bereich des Gehirns und hinten kurz vor dem After verbinden sich die drei Gefäße miteinander; in verschiedenem Umfang sind aber auch im übrigen Körper schlingenförmige Querverbindungen vorhanden. Vor dem Gehirn und in dessen Nähe weist die Ausbildung des Gefäßsystems sehr verschiedene Abwandlungen auf. Bei vielen Schnurwürmern ist die Blutflüssigkeit durch Hämoglobin rot gefärbt, so daß bei Formen mit wenig Hautfärbung das Gefäßsystem durchschimmert.

Lichtempfindlichkeit
der Haut

Auf Lichtreize antworten Schnurwürmer im allgemeinen negativ. Da bei vielen Formen keine Augen vorhanden sind, scheint dieses Verhalten mit einer allgemeinen Hautlichtempfindlichkeit zusammenzuhängen. Andere Formen besitzen nur einfach gebaute Becheraugen, die zum Teil tief im Gewebe liegen und wohl kaum mehr als die Lichtrichtung wahrnehmen. Dem Tastsinn dient das empfindliche Vorderende, das zudem in einigen Fällen etwas längere steife Wimpern trägt als die sonstige Körperoberfläche. Gleichgewichtsorgane (Statozysten) finden sich als ausgesprochene Ausnahmen bei einigen wenigen Arten, die Sandböden bewohnen.

Bezeichnend für die Schnurwürmer sind die Gehirneorgane (Cerebralorgane; Abb. S. 315). Im einfachsten Falle stellen sie grubenartige Einsenkungen der Körperoberhaut dar, die vom Gehirn aus mit einem Nerv versehen werden. Es gibt aber auch ungemein verwickelte Gehirneorgane; sie bestehen aus

einer umfangreichen Zusammenfassung von Oberhaut-, Drüsen- und Nervenzellen, die einerseits mit dem Gehirn eng verbunden ist, andererseits durch einen bewimperten Kanal nach außen mündet. Ob diese Organe – wie man annimmt – einem »chemischen Sinn« dienen, wurde noch nicht genau nachgewiesen. Wahrscheinlich haben sie auch Bedeutung für die innere Drüsenabsonderung.

Das Zentralnervensystem der Schnurwürmer besteht aus dem Gehirn, das zwar am Vorderende, jedoch nicht ganz vorn in der Kopfspitze liegt, und aus den beiden Seitennerven, die vom Gehirn ausgehen und sich bis ans Körperende ziehen. Die beiden Hälften des Gehirns sind durch eine obere und eine untere Nervenbrücke miteinander verbunden; dadurch entsteht ein Gehirnring, durch den außer dem Anfangsteil der Rüsselhöhle und des Rüssels auch Blutgefäße hindurchgehen. Jede Hirnhälfte läßt einen oberen und einen unteren Nervenknotten erkennen, die beide mehr oder minder innig miteinander verschmolzen sind. In einem Querschnitt stellt sich der Bau so dar, daß in den Knotten und auch in den Brücken, ferner in den Seitennerven wie in einem Kabel die leitenden Bahnen zentral liegen; um sie herum bilden die Nervenzellen, denen öfters Drüsenzellen beigemischt sind, eine dicke Außenschicht.

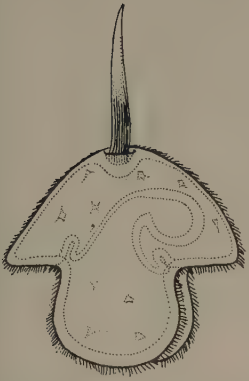
Zentralnervensystem

Die Seitennerven enthalten in einem Strang gemischt die von den oberen und unteren Nervenknotten des Gehirns ausgehenden Leitungsbahnen. Ausnahmsweise bleiben diese Bahnen getrennt, so daß ein Querschnitt dann zwei Faserkerne aufweist. Vom Gehirnring gehen Nerven an die Organe der Kopfspitze, in das Rüsselsystem und in den Schlund; durch die beiden Seitennerven werden die folgenden Körperpartien mit ihren Organen versorgt.

Eine besondere Bedeutung kommt den Lagebeziehungen zwischen Nervensystem und Hautmuskelschlauch zu. Im einfachsten Falle liegt das Nervensystem ganz im Hautepithel; das entspricht offenbar einem ursprünglichen Zustand. Von ihm aus hat bei anderen Formen eine Verlagerung ins Körperinnere stattgefunden. Bei den verschiedenen Ordnungen wird das Nervensystem zwischen Haut und Muskelschlauch, in den Muskelschichten oder im Körperinnern unterhalb der Muskelschichten angetroffen. Diese Lagerung des Nervensystems benutzt man als wichtiges Merkmal zur Unterscheidung der Ordnungen (Abb. S. 315, 3 b–3 e).

Die Fortpflanzungsorgane sind sehr einfach gebaut. Sie bilden sich bei Eintritt der Geschlechtsreife als kleine Säckchen in dem Bindegewebe zwischen Darm und Hautmuskelschlauch. Vielfach sind sie zwischen den Taschen des Darms regelmäßig angeordnet; sie können aber auch so umfangreich werden, daß sie den Innenraum weitgehend ausfüllen. Meist sind die Schnurwürmer getrenntgeschlechtlich, so daß die Geschlechtssäckchen entweder Eier oder Samenzellen enthalten. Die Zahl der in einem Eierstock entstehenden Eier ist sehr verschieden. Äußere Geschlechtsmerkmale fehlen; die Geschlechtszellen werden nach außen durch Poren oder Risse, die in der Körperwand entstehen, entleert. Soweit Beobachtungen darüber vorliegen, erfolgt die Eiablage und Befruchtung in einer von zwei Geschlechtspartnern gemeinsam gebildeten Schleimhülle, die dann zu einem Kokon wird. Zwitterigkeit ist mehrfach beobachtet worden, und manche Arten sind lebendge-

Fortpflanzungsorgane



Fechterhutlarve (Pilidiumlarve) eines Schnurwurms. Zwischen den Seitenlappen durchscheinend der weite Mund und der Darmsack. Die Säckchen davor und dahinter: Anlage des Wurmes.

Neubildungsvermögen

bärend. Über Begattung, Brutpflege und das sonstige Fortpflanzungsverhalten wissen wir noch sehr wenig.

Die Entwicklung verläuft recht verschiedenartig. Sie beginnt mit einer Spiralfurchung (s. S. 280); durch sie weisen sich die Schnurwürmer als Verwandte der Plattwürmer, der Gliedertiere und der Weichtiere aus: Sie sind Spiraltiere (s. S. 280). Nun kann unmittelbar ein junger Schnurwurm entstehen, oder es entwickelt sich zunächst eine Larve. Die Grundform der Schnurwurm-larve ist die »Fechterhutlarve« (Pilidium). Sie ähnelt der Müllerschen Larve der Plattwürmer (s. S. 286), doch rechts und links von ihrem Urmund hängen zwei lange »Ohrenklappen« herab, die der Larve das Aussehen eines römischen Fechterhutes, eines Pilidium, verleihen. Diese Larve schwebt frei im Wasser und ernährt sich durch ihren Urmund. Der weitere Verlauf der Entwicklung ist nun höchst eigenartig: Um den Mund herum bilden sich drei paarige und zwei unpaare Einsenkungen, deren Wandungen sich verdicken. Aus diesen acht Anlagen entwickeln sich getrennt voneinander die Teile des Wurmes und vereinen sich schließlich zum ganzen Tier. Manche Arten ersparen sich aber in ihrer Entwicklung die Gefahren, denen sie als Pilidium im Gewebe ausgesetzt wären. Hier werden die Eier in Eischnüren mit gallertiger Hülle abgelegt, und in ihr entwickeln sich auch die Larven. Sie nähren sich entweder von dem ihnen mitgegebenen Dotter (Desorsche Larve), oder es gelangen nur einige Larven ans Ziel, die sich von ihren früh in der Entwicklung zurückbleibenden Geschwistern ernähren (Schmidtsche Larve).

Einige Arten scheinen mehr oder minder regelmäßig eine ungeschlechtliche Vermehrung durchzuführen. Sie zergliedern ihren Körper in viele Stückchen. Jedes Teilstück wächst durch Neubildung eines Kopfendes und eines Hinterendes zu einem neuen ganzen Tier heran. Ein so starkes Neubildungsvermögen scheint bei den Schnurwürmern allgemein verbreitet zu sein und ist in Anbetracht der Länge dieser Tiere in Verbindung mit der weichen Körperbeschaffenheit ja auch notwendig.

Schnurwürmer sind in allen Meeresgebieten gefunden worden; sie leben sowohl in den Küstengegenden als auch in großen Tiefen. Die ständig im freien Wasser schwimmenden oder schwebenden Formen sind offenbar auf die Tiefseegebiete der großen Ozeane beschränkt. Einige Arten sind in das Süßwasser vorgedrungen, so bei uns die Hoplonemertine *Prostoma graecense* (L bis 12 mm; Abb. S. 302). Andere eroberten sogar das Land; eine von ihnen, *Geonemertes chalicophora* (L bis 12 mm), wurde gelegentlich mit tropischen Gewächsen in europäische Warmhäuser eingeschleppt und in Südengland sogar schon im Freien gefunden.

Zehntes Kapitel

Die Schlauchwürmer

Im Gegensatz zu den Plattwürmern besitzt der Stamm der SCHLAUCHWÜRMER (Asc-helminthes oder Nemat-helminthes; Abb. S. 316) kein Merkmal, das alle seine sechs Klassen vereint und sie gegen das übrige Tierreich abgrenzt. Auch eine eindeutige Verwandtschaft zu anderen Tierstämmen ist schwer erkennbar. In der Frühentwicklung der hierhergehörenden Rädertiere (s. S. 329) und Kratzer (s. S. 355) ist eine Spiralfurchung angedeutet, dann aber nachträglich stark abgewandelt. Sie könnte eine Brücke zu den Spiraltieren (s. S. 280) bilden.

Den Schlauchwürmern gemeinsam ist eine mehr oder weniger geräumige Leibeshöhle, die aber im Gegensatz zur echten Leibeshöhle (Coelom) nicht von Wandzellen ausgekleidet ist und daher nur Lückenräume zwischen Haut- und Darmblatt darstellt. Alle Schlauchwürmer besitzen auch ein von den Hautzellen gebildetes Oberhäutchen (Cuticula); man trifft es aber auch in anderen Tiergruppen an. Neben ihm erhält sich bei den Rädertieren und den Bauchhaarlingen (s. S. 327) örtlich noch die ursprüngliche Bewimperung der Haut. Mit Ausnahme der darmlosen, schmarotzenden Kratzer, der meisten Rädertiermännchen und einiger weniger Rädertierweibchen haben die Schlauchwürmer einen After. Merkwürdige Gemeinsamkeiten zeigen ferner drei der sechs Klassen: die Rädertiere, die Fadenwürmer und die Kratzer. Die Zahl der Zellen, aus denen sich ihr Körper zusammensetzt, ist verhältnismäßig klein und für jede Art festgelegt (Zellkonstanz). Man kann für die Arten dieser Klassen Zellstammbäume aufstellen, die — mit der befruchteten Eizelle beginnend — durch eine unabänderliche Teilungsfolge der Zellen zum reifen Tier führen. Eine zusätzliche Teilung ist keiner Körperzelle möglich; so bleibt diesen Tieren jede Neubildung von Zellen als Ersatz für erlittene Schäden versagt. Zur Wundheilung und zur Neubildung von Verlorenem (Regeneration) sind sie nicht imstande.

Man könnte annehmen, daß eine solche Spezialisierung diesen Tieren in der stammesgeschichtlichen Entwicklung jede Neuanpassung verbaut, daß sie also mit der Zellkonstanz in eine Sackgasse der Entwicklung gerieten, aus der es bei Veränderungen der Umwelt keinen Ausweg gäbe. Die Kratzer und die Fadenwürmer sind in ihrem Bau tatsächlich auffallend einförmig; die schmarotzenden Kratzer sind es auch in ihrer Lebensweise. Erstaunlich vielseitig und anpassungsfähig erwiesen sich jedoch die Fadenwürmer (s. S. 334). Sie bewohnen den Bodengrund und das freie Wasser des Festlandes wie

Stamm
Schlauchwürmer
von P. Rietschel

- Rädertiere (Klasse Rotoria, s. S. 329):
1. *Trochosphaera solstitialis*
 2. *Trichocerca* (drei Tiere von der Seite)
 3. *Microcodon clavus* (von unten)
 4. *Ascomorphella volvocicola* (in einer Volvox-Kugel)
 5. *Notommata allantois* (von oben)
 6. *Monommata* (von oben)
 7. *Asplanchnopus multi-ceps* (von der Seite)
 8. *Rotaria neptunia* (s. S. 332)
 9. *Eudactylota eudactylota* (von der Seite)
 10. *Ascomorpha ecaudis* (von oben)
 11. *Limnias melicerta* (von unten, s. S. 333)
 12. *Collotheca campanulata* (von oben)
 13. *Squatinella* (von oben)
 14. *Octotrocha speciosa* (zwei Tiere)
 15. *Collotheca hoodii* (von der Seite)
 16. *Trichocerca* (*Diurella*), von der Seite
 17. *Macrochaetus subquadratus* (von oben)
 18. *Reticula nyssa* (v. ob.)
 19. *Colurella* (v. d. Seite)





Rädertiere (Klasse Rotatoria, s. S. 329):

1. *Trichotria pocillum* (von der Seite)
2. *Conochilus unicornis* (Kolonie, vgl. S. 333)
3. *Collotheca ornata* (zwei Tiere)
4. *Limnias* (zwei Tiere, vgl. S. 333 u. Abb. S. 325)
5. *Dicranophorus* (von der Seite, eine *Trichocerca* erbeutend, vgl. S. 333)
6. *Notommata copeus* (von der Seite)
7. *Synchaeta* (von oben, s. S. 332)
8. *Stephanoceros fimbriatus* (s. S. 333)
9. *Rotaria* (vgl. S. 332 u. Abb. S. 325)
10. *Floscularia ringens* (Männchen, s. S. 333)
11. *Floscularia ringens* (Weibchen von oben und der Seite, s. S. 333)
12. *Lepadella* (von oben)
13. *Brachionus quadridentatus* (Weibchen von oben, vgl. S. 332)
14. *Brachionus quadridentatus* (Männchen, vgl. S. 332)

Im Tümpel Faden-, Joch- und Kieselalgen

Klasse
Bauchhaarlänge
von P. Röben

auch der Meere, dazu besiedeln sie in ungeheuren Zahlen die Lückenräume der Böden. Außerdem schmarotzen sie in Pflanzen und in Tieren, von den niederen Wirbellosen bis hinauf zu den Vögeln und Säugern. Vielseitig in ihrer Gestalt und in ihrer Lebensweise sind auch die Rädertiere. Sie sind gleichfalls in Gewässern jeglicher Art und in den Lückenräumen der Böden zu Hause; und manche von ihnen wechseln ihre Gestalt sogar im Laufe der Jahreszeiten (s. S. 331). Eine streng vorbestimmte Entwicklung und Zellkonstanz braucht ihren Träger also durchaus nicht in eine Sackgasse der stammesgeschichtlichen Entwicklung zu führen.

Merkwürdig ist auch, daß gerade die genannten drei Klassen der Schlauchwürmer die Neigung zeigen, die Zellgrenzen im Verlauf ihrer Entwicklung schwinden zu lassen, so daß die Zahl ihrer Zellen fortan nur noch an der Zahl der Zellkerne erkennbar bleibt. Solche Zellverschmelzungen nennt man ein »Synzytium«.

Da die Schlauchwürmer einen wenig scharf umschriebenen Tierstamm bilden, herrscht über die Frage, welche Klassen ihm zuzurechnen sind, noch keine völlige Einheit. Fünf Klassen werden ihnen allgemein zugeteilt: 1. Bauchhaarlänge (Gastrotricha), 2. Rädertiere (Rotatoria), 3. Fadenwürmer (Nematoda), 4. Saitenwürmer (Nematomorpha), 5. Hakenrüßler (Kinorhyncha). Als sechste Klasse seien die Kratzer (Acanthocephala) hier angefügt, die von manchen Forschern als eigener Stamm betrachtet werden. Die zuweilen ebenfalls in den Stamm der Schlauchwürmer eingereihten Priapwürmer (Priapulida; s. S. 357) werden hier als eigener Stamm betrachtet.

Die BAUCHHAARLINGE (Klasse Gastrotricha; Abb. S. 316) entwickelten sich anfangs im Meer und besiedelten von dort aus das Süßwasser. Man kennt bis heute nur knapp zweihundert meist außerordentlich kleine Arten (GL 0,07 bis 1,5 mm); Formen, die über einen halben Millimeter messen, zählen schon zu den Ausnahmen.

Aus dem im Jahre 1786 erschienenen Werk von O. F. Müller »Animalcula infusoria fluviatilia et marina« kennen wir die ersten sicheren Abbildungen von Bauchhaarlängen. Dort wurden sie als »Infusoria« bezeichnet, also zu den Einzellern gestellt. Für die damalige Zeit ist das durchaus verständlich, denn die Bauchhaarlänge teilen mit den Einzellern die Größenordnung und die Bewimperung. Im Jahre 1838 ordnete sie Christian Gottfried Ehrenberg, der sie Ichthydina (»Wimperfischchen«) nannte, den Rädertieren zu. H. Ludwig stellte sie dann 1875 richtig neben die Rädertiere und die Fadenwürmer, wo sie heute wie diese beiden Gruppen eine eigene Klasse der Schlauchwürmer bilden. Einen neuen Auftrieb erhielten unsere Kenntnisse von den Bauchhaarlängen, als Adolf Remane in den zwanziger und dreißiger Jahren mit der Erforschung der Tierwelt des Sandlückensystems der Meeresküste begann; es weist eigenartig angepaßte Bauchhaarlänge beider Ordnungen auf.

Die Bauchhaarlänge sind langgestreckt, abgeflacht und selbst nahezu farblos, erscheinen jedoch durch den Darminhalt oft farbig. Körperoberfläche von einem Oberhäutchen (Cuticula) bedeckt, das in verschiedenster Weise zu Platten, Borsten oder Stacheln ausgestaltet sein kann. Wimperbänder auf der

Bauchseite, mit deren Hilfe die Tiere am Grund umhergleiten. Bei einigen Arten sind Wimpergruppen zu stärkeren Borsten verklebt; solche Formen laufen wie auf Füßchen, wie dies auch hypotriche Wimpertierchen (s. S. 130) tun. Bewimperung bei vielen Arten am Kopf sehr lang, ermöglicht kurzes Schwimmen.

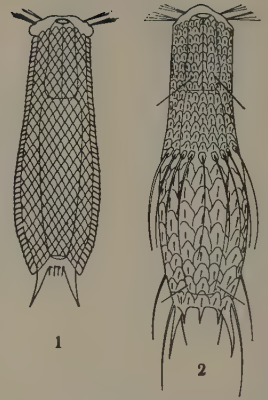
Fast alle Bauchhaarlinge besitzen Haftdrüsen, die eine klebrige Flüssigkeit absondern und den Tieren ein blitzschnelles Festheften ermöglichen. Solche Klebröhrchen können in sehr großer Zahl (bis 250) entwickelt sein; sie sitzen an der Körperunterseite, am Kopf und besonders auch an zwei stachelartigen, oft als »Zehen« bezeichneten Fortsätzen am Körperende. Die Mundöffnung der Bauchhaarlinge liegt am Vorderende des Kopfes und führt in einen langgestreckten, sehr einfach gebauten Schlund, dessen Innenraum wie bei den Fadenwürmern einen dreikantigen Querschnitt aufweist. Der Darm verläuft gerade, ohne Aussackungen, zum am Körperende liegenden After.

Als Nahrung dienen den Bauchhaarlingen in erster Linie Einzeller, besonders Kieselalgen, Geißelalgen, Porentierchen und Wimpertierchen, daneben wohl auch Bakterien und zerfallende organische Stoffe. Die meisten Arten kriechen auf Futtersuche umher und nehmen die Nahrung durch heftige Saugbewegungen ihres Schlundes auf. Manche Bauchhaarlinge heften sich mit den Klebdrüsen ihrer Schwanzanhänge fest und strudeln ihre Nahrung durch Wimperbewegung am Kopf und an der Bauchseite herbei.

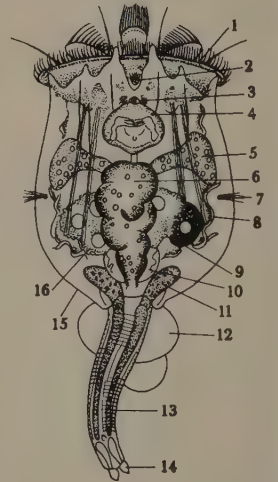
Das Nervensystem besteht aus einem paarigen Bauchstrang und einer Anschwellung am Schlund mit Querverbindung (Oberschlundganglion). Als Tastsinnesorgane dienen Tasthaare, Wimperbüschel und Sinnesgruben an den Kopfseiten. Einige Arten besitzen einfachste Lichtsinnesorgane in Form von Farbkörperchen in einzelnen Gehirnzellen, die ausschließlich der Hell-Dunkel-Wahrnehmung dienen. Bei vielen Formen finden sich in Gehirnzellen Einschlüsse, die als Schwerkraft-Sinnesorgane gedeutet werden. Ein einheitlicher Hautmuskelschlauch ist nicht ausgebildet, sondern in einzelne längs- und ringförmig verlaufende Muskelzüge aufgegliedert.

Die Arten der Ordnung MACRODASYOIDEA sind zwittrig. Gelöste Stoffwechsel-Endprodukte werden durch die »Ventralsdrüse« ausgeschieden, die offensichtlich dem Ausscheidungsorgan der Fadenwürmer homolog ist. Alle Macrodasyniden bewohnen ausschließlich die Küstenzonen des Meeres, wo sie vor allem im Sandlückensystem, seltener auf Pflanzen auftreten. Außer durch Wimperschlag können sie sich auch nach Art der Egel fortbewegen, indem sie sich abwechselnd mit den vorderen und hinteren Klebröhrchen festheften. Ihre Verbreitung ist infolge mangelhafter Untersuchung noch weitgehend unbekannt.

Bei der Ordnung CHAETONOTOIDEA ist der männliche Geschlechtsapparat rückgebildet (Ausnahmen: Gattungen *Neodasy* und *Xenotrichula*). Die Tiere pflanzen sich durch Jungfernzeugung (Parthenogenese) fort. Als Ausscheidungsorgan dient ein Paar Protonephridien (s. S. 275). Die Chaetonotiden leben im Meer und im Süßwasser; viele Arten sind weltweit verbreitet und finden sich auch regelmäßig in Aquarien und Einzellerkulturen. Klebdrüsen sind mit wenigen Ausnahmen auf die Schwanzfortsätze beschränkt. Auch dort fehlen sie bei den Familien der NEOGOSSEIDEN (Neogosseidae) und der DA-



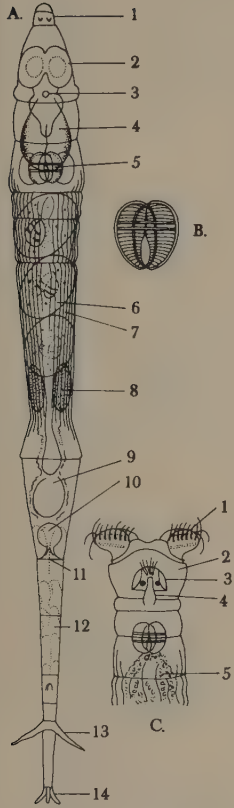
Spezialisierung des Oberhäutchens (Cuticula) bei *Aspidiophorus* (1) und *Chaetonotus* (2).



Organisation von *Brachionus rubens*, einem Schildtierchen, von oben: 1 Räderorgan, 2 Rückentaster, 3 Auge, 4 Mastax, 5 Magendrüsen, 6 Magen, 7 Seitentaster, 8 Protonephridium, 9 Ei in Bildung, 10 Blase, 11 Fußdrüsen, 12 Männcheneier, 13 Fuß, 14 Zehen, 15 Panzer, 16 Dotterstock.

Klasse
Rädertiere
von J. Donner

SYDYTIDEN (Dasydytidae), die im Gegensatz zu allen anderen Formen im Gewebe des Süßwassers vorkommen; als Schwebereinrichtung dienen ihnen lange, abspreibbare Stacheln. Der hauptsächlich Lebensraum süßwasserbewohnender Bauchhaarlänge ist neben Pflanzenbeständen vor allem der Gewässergrund. Auch feuchte Moosrasen werden regelmäßig von diesen Tierchen besiedelt. Ob die Bauchhaarlänge zeitweilig trocken liegende Stellen dauernd bewohnen können, ist noch ungenügend geklärt.



A: *Rotaria rotatoria*, der gewöhnliche Rädertier (Rüsselaugen, Rüsselrädchen), gestreckt kriechend, dessen Kauer (B) und Kopf mit Hals (C), »rädert«. A: 1 Rüssel mit Augen, 2 Räderorgan, 3 Rückentaster, 4 Gehirn, 5 Mastax, 6 drei Keimlinge, 7 Hautfalten, 8 Dotterstock, 9 Enddarm, 10 Blase, 11 After, 12 Fußdrüsen, 13 Sporen (richtig »Sporne«), 14 Zehen. C: 1 Räderorgan, 2 Kopf, 3 Rüssel, 4 Rückentaster, 5 Magen.

Die RÄDERTIERE (Klasse Rotatoria; Abb. S. 316) sind für den Naturbeobachter unter allen Schlauchwürmern die reizvollsten. Wer mit dem Mikroskop die Welt der Kleinbewesen unserer Gewässer durchstreift, begegnet ihnen allenthalben, und immer wieder begeistern ihre ungeheure Vielgestaltigkeit, ihre rastlose Beweglichkeit und ihre Durchsichtigkeit, die Einblicke in mancherlei Lebensvorgänge gewährt. Wer sich ihnen eingehender widmet, betritt damit ein noch lange nicht abgeerntetes Feld der Forschung.

Trotz der vielfältigen Körpergestalt im einzelnen haben die Rädertiere doch die Dreiteilung in Kopf, Rumpf und Fuß gemeinsam, wobei der Fuß allerdings zuweilen rückgebildet ist. Der Kopf trägt ein Wimperorgan, das den Mund sowie ein kahles Scheitelfeld (Apikalfeld) umgibt. Sein Wimperschlag setzt sich in Wellen fort und erweckt daher bei manchen Arten den Eindruck eines sich drehenden Räderwerkes; danach erhielt die ganze Klasse ihren Namen. Das den Körper umschließende Oberhäutchen (Cuticula) kann weich und schmiegsam sein; es bildet aber oft auch einen steifen Panzer von mannigfaltiger Gestalt und Oberfläche. Betrachtet man ein lebendes Rädertier unter dem Mikroskop, so fällt in seinem Körper vor allem der Kaugagen (Mastax) auf, der innen mit den harten und oft spitzen »Kauern« (Trophii) besetzt ist. Sie zerkleinern die Nahrung, können aber bei manchen Arten zum Ergreifen der Beute weit hervorgestülpt werden. Auf den Kaugagen folgt ein dickwandiger Magen, ein Darm und schließlich die sich in den After öffnende Kloake. Die Protonephridien (s. S. 275), die Abfälle des Stoffwechsels, vor allem aber auch Wasser ausscheiden und damit dem pulsenden Bläschen (der kontraktile Vakuole; s. S. 90) der Einzeller vergleichbar sind, münden mit paarigen Ausführungsgängen in eine Harnblase auf der Bauchseite des Hinterkörpers, die sich rhythmisch entleert. Die durch ihre Größe und ihre Durchsichtigkeit ausgezeichneten Angehörigen der Gattung *Asplanchna* bieten unter dem Mikroskop die sonst seltene Gelegenheit, die Tätigkeit der Wimperflammen (s. S. 275) in den Protonephridien im Leben zu beobachten.

Der Körper der Rädertiere enthält auch den merkwürdigen »Keimdotterstock«, bei den Digononten (s. S. 332) in Zweizahl, bei den Monogononten (s. S. 332) in Einzahl. Er setzt sich aus einem kleinen, aus Ur-Eizellen bestehenden »Keimlager« und dem großen, meist achtkernigen »Dotterstock« zusammen. In beiden sind die Zellgrenzen geschwunden; sie bilden daher »Synzytien« (s. S. 327). Vom Keimlager heben sich einzelne Eizellen ab und werden vom Dotterstock mit Dotter versehen, wobei sie stark wachsen. Ihre weitere Entwicklung ist eine streng vorbestimmte Mosaikentwicklung, aus der Tiere mit einer genau festgelegten Zellzahl hervorgehen (Zellkon-

stanz, s. S. 324). Die Organe des Rumpfes sind von einer nicht mit einer Zell-Lage ausgekleideten und daher »unechten« Leibeshöhle umgeben, die mit Flüssigkeit gefüllt ist. Der Fuß der Rädertiere trägt gewöhnlich zwei Zehen und führt Klebdrüsen, beides Mittel zur Festheftung.

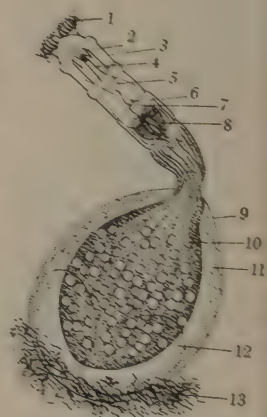
All dies trifft nur für die weiblichen Rädertiere zu. Dagegen sind die Männchen, abgesehen von denen der Seisoniden (s. S. 331), wesentlich einfacher gebaut (Monogononta) oder fehlen überhaupt (Digononta). Aber auch die kleinen Monogononten-Männchen sind noch recht lückenhaft bekannt. Ihre Rückbildungen erstrecken sich vor allem auf den Darmkanal und die Ausscheidungsorgane; auch ihr Räderorgan hat nicht mehr die Aufgabe, Nahrung herbeizustrudeln. Es ist daher zum ausschließlichen Organ der Fortbewegung geworden. Mit ihm schwimmen die Männchen geradlinig und schnell auf der Suche nach Weibchen umher. Nahrung können sie in den wenigen Stunden oder Tagen ihres Lebens nicht aufnehmen. In geringerem Maße rückgebildet sind die zum Auffinden der Weibchen dienenden Sinnesorgane. Gut entwickelt ist bei den Männchen allein der Hoden. Bei der Paarung führt das Männchen ein Begattungsglied oder seinen Fuß in die Kloake des Weibchens ein oder durchbricht mit ihm dessen Körperwand.

Vielfältig ist auch die Bewegungsweise der Rädertiere. Die Bewohner feuchter Böden und feuchten Mooses unter den Digononten bewegen sich durch »Spannkriechen« nach Art der Egel (s. S. 332); dazu sind sie in hohem Maße durch ihren streck- und verkürzbaren Körper, durch einen Rüssel als Haftorgan am Kopfende und durch die Haftdrüsen am Hinterende befähigt. Andere Rädertiere gleiten mit ihren Wimpern auf dem Untergrund entlang; wieder andere schnellen sich mit Hilfe von Körperfortsätzen vorwärts. Die meisten Arten aber schwimmen in Schraubenwindungen. Einige Rädertiere heften sich nach einem frei beweglichen Larvenstadium fest und sitzen dann nackt oder in einem zierlichen Gehäuse zeitlebens am Untergrund fest.

Nach der Art ihrer Nahrungsaufnahme lassen sich Strudler, Greifer und Fänger unterscheiden. Die Strudler erzeugen mit ihrem Räderorgan einen Wasserstrom, der vor allem in Zersetzung begriffene Reste tierlicher wie pflanzlicher Herkunft heranträgt. Die Greifer packen mit ihren langen, vorstülpbaren Kauern Einzeller und kleine Vielzeller (s. S. 333). Die Fänger sind seßhaft und benötigen daher ihr Räderorgan nicht mehr zur Fortbewegung. Es ist zusammen mit dem Mund und dem Schlundrohr zu einem Trichter umgeformt, dessen Rand mit langen, starren Wimpern bekränzt ist. Diese Wimpern wirken als Reuse und geben eine einmal gefangene Beute nicht mehr frei. Bei jedem Fang verengt sich der Trichterrand, die Reusenwimpern erschlaffen und die Beute wird an einem Wimperkranz vorbei in den »Vorhof« (Vestibulum) und zum Kaumagen befördert, der sie zerkleinert.

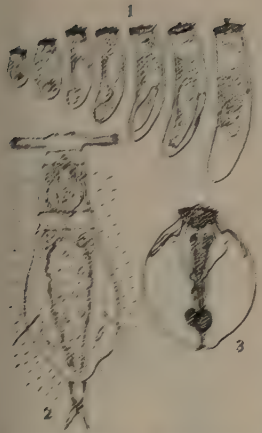
Eigenartig ist auch die Fortpflanzung der Rädertiere. Die Digononten pflanzen sich nur jungfräulich fort, da es bei ihnen ja keine Männchen gibt. Die Monogononten dagegen wechseln zwischen ein- und zweigeschlechtlicher Fortpflanzung (Generationswechsel, Heterogonie). Aus hartschaligen Dauereiern schlüpfen nach einer Ruhezeit Weibchen, die durch mehrere Generationen aus dünnchaligen Eiern gleiche, sich jungfräulich fortpflanzende Weib-

Keine oder rückgebildete Männchen



Habrotrocha pusilla *texitrix brevilabris*, ein egelähnliches Rädertier, in seinem Schleimgehäuse sitzend und »radernd«.

- 1 Räderorgan, 2 Rüssel, 3 Kopf, 4 Rückentaster, 5 Schlund, 6 Schlundrohr, 7 Gehirn, 8 Kauer, 9 Gehäuse, 10 Nahrungsspulen in der Magenwand, 11 umgeformte Nahrungsspulen in der Gehäusewand, 12 Eier, 13 Erdkrümel.



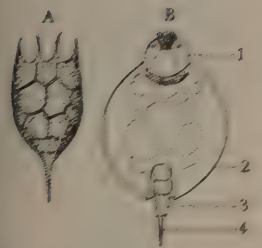
Weichhäutige Rädertiere.
 1 *Asplanchna priodonta*, zwischen dem 30. Mai und 9. Juli immer länger werdende Folge von Generationen. 2 *Notommata copeus*, mit ausgestreckten Uhrchen schwimmend, in seiner Gallerthülle. 3 Die sehr zarte *Horaella brehmi* aus Indien.

chen [amiktische Weibchen] erzeugen. So erreicht die Art unter günstigen Umständen in kürzester Zeit einen Höhepunkt ihrer »Volksdichte«. Dann treten auf einmal Weibchen auf, die ihnen äußerlich völlig gleichen (miktische Weibchen); sie bilden jungfräulich nur kleine Eier, aus denen Männchen hervorgehen. Diese Männchen vermögen sehr wohl zwischen den beiden Weibchenformen zu unterscheiden; sie begatten nur die miktischen Weibchen, während sie die amiktischen unbeachtet lassen. Unbegattet erzeugen die miktischen Weibchen weiterhin Männchen, begattet aber bringen sie über dickschalige Dauereier wieder amiktische Weibchen hervor.

Männchen und miktische Weibchen können mehrmals im Jahr auftreten; die Entstehung der letzteren wird durch verschiedene Umweltbedingungen ausgelöst. Bei manchen Arten hat die Umwelt aber auch Einfluß auf die Gestalt des Körpers. So wachsen die vorderen und hinteren Fortsätze des Panzers bei *Brachionus calyciflorus* unter schlechten Ernährungsverhältnissen und bei Kälte zu größerer Länge, ebenso aber auch bei Anwesenheit von Rädertieren der Art *Asplanchna sieboldi*. Selbst das gefilterte Wasser aus einer *Asplanchna*-Zucht hat diese Wirkung. Offenbar rufen Ausscheidungen der *Asplanchna* diese Wirkung hervor. Einen gleichen umweltbedingten Formwandel (eine Zyklomorphose) kennt man bei den Wasserflöhen (s. S. 446).

Die Mehrzahl der etwa zweitausend heute bekannten Rädertierarten ist weit über die Erde verbreitet; doch jede Art bevorzugt ihre eigenen Umweltverhältnisse. Nur die wenigen Arten der Seisoniden (s. unten) leben im Meer, die übrigen im Süßwasser, teils frei als Geschwebe, teils im Pflanzenwuchs, teils zwischen den organischen Abfallstoffen des Gewässergrunds. Meister in der Anpassung an ungewöhnliche Lebensräume sind die Digononten (s. S. 332). Die Spannkriecher unter ihnen kommen mit den dünnen Wasserhäutchen auf Moosen und in den Lückenräumen des Erdbodens aus; andere begnügen sich mit der nur bei Sonne auftauenden Eisoberfläche im Südpolargebiet. Wieder andere bewohnen heiße Quellen. Die Fähigkeit des Austrocknens »bei lebendigem Leibe« hat vielen Digononten das Leben an Orten ermöglicht, die zeitweise trockenliegen. Vom Wind werden sie und ihre Eier weit verweht. So war die Vulkaninsel Surtsey, die im Jahre 1963 vor der Südostküste Islands aus dem Meer auftauchte, noch kaum ausgekühlt, als man dort bereits das Rädertier *Habrotrocha constricta* fand — einen Pionier des Lebens! Als Dauerformen in Hüllen (Zysten) überstehen Rädertiere eine fünfjährige Trockenheit. Eine Kälte von minus 271 Grad Celsius haben Rädertiere drei Wochen lang überstanden und auch eine Wärme von plus 78 Grad Celsius längere Zeit ausgehalten. So gelangen die Zysten überall dorthin, wo sich Lebensmöglichkeiten bieten; selbst eine einzige Zyste kann dank der jungfräulichen Fortpflanzung in Kürze Stammutter einer zahlreichen Bevölkerung sein.

Aus der Fülle der Rädertierarten sei hier nur eine kleine Auswahl näher betrachtet. Die artenarme Ordnung der SEISONIDEN (Seisonida) lebt lediglich im Meer, und über ihre Lebensweise ist nur wenig bekannt. Die Männchen gleichen hier noch den Weibchen, die Keimdrüsen sind noch paarig, und die Weibchen besitzen noch keine Dotterstöcke. Die Größe dieser Tiere (*Seison nebaliae* wird 3 mm lang) und ihre Bindung an die altertümlichsten

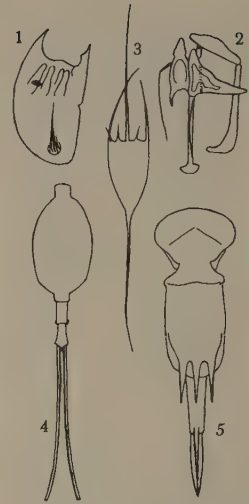


A: Panzer von *Keratella cochlearis*, Rückenansicht.
 B: *Lepadella patella*, schwimmend von unten.
 1 Kopf, 2 Panzer, 3 Fuß, 4 Zehen.

Formen unter den Höheren Krebsen, die Leptostraken (s. S. 435), weisen ebenfalls auf ihre Ursprünglichkeit hin. Da die *Seison*-Arten auf den Kiemen ihrer Wirte festgeheftet sind und durch deren Wasserstrom ihre Nahrung zugeführt bekommen, ist ihr Wimperorgan nur schwach entwickelt.

Die sich ausschließlich jungfräulich fortpflanzenden DIGONONTEN (Ordnung Digononta), deren einzige Unterordnung die EGELARTIGEN RÄDERTIERE (Bdelloidea) sind, erfüllen mit ihrem fernrohrartig ausstreckbaren Körper noch am ehesten die Vorstellung von einem Schlauch-»Wurm«. In diese Ordnung gehören die auf S. 331 erwähnten Bewohner höchst ausgefallener Lebensräume und des Bodens. Hierzu zählt auch die schlanke *Rotaria neptunia* (L über 1 mm, Abb. S. 305/306 u. 325), die nur in stark verschmutzten Gewässern angetroffen wird. Auch die über hundert Arten, die in den Lückenträumen des Bodens leben, sind Digononten; H. Franz errechnete für einen Quadratmeter Grünland- oder Ackerboden in den obersten fünf Zentimetern bis zu dreihunderttausend Rädertiere! Sie leben hier teils von anderen Kleinlebewesen, teils aber auch von Fäulnisstoffen und tragen dadurch sicher zur Bodengare bei. Viele Digononten bilden um sich eine Schutzhülle. So sonderst *Mniobia incrassata* eine Gallerte ab, die zwischen ihren Hautfalten erstarrt und dadurch ihre Beweglichkeit beeinträchtigt. *Macrotrachela insulana* zieht sich zu einer Kugel zusammen, die binnen weniger Minuten eine glasartig durchsichtige Hülle ausscheidet und in dieser Zyste monatelang ruhen kann. *Habrotrocha flaviformis* befestigt einen Klebfaden, der an ihrem Rüssel austritt, neben sich an der Unterlage, zieht ihn dann über den Rücken auf die andere Seite, klebt ihn dort an und wiederholt dieses »Weben« so lange, bis sie unter einem schönen, symmetrischen Netz sitzt. Manche Arten verarbeiten in ihre Schleimgehäuse auch die eigenen Kotpillen. Andere dagegen beziehen fertige Unterkünfte: leere Gehäuse von Schlamöben (s. S. 109) oder die Wasserhohlräume von Moosen.

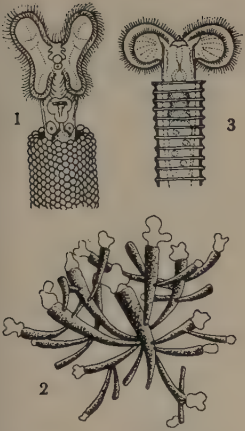
Die MONOGONONTEN (Ordnung Monogononta) besitzen nur eine Keimdrüse und bewegen sich niemals egelartig wie die Digononten. Ihre mehr oder weniger weit rückgebildeten Zwergmännchen (die kleinsten von 0,04 mm Größe) sind noch lange nicht von allen Arten bekannt. Überwältigend ist die Formenfülle der Weibchen; von ihr und von der bezaubernden Schönheit mancher Arten zeugen die Abbildungen auf den Seiten 305/306, 325 u. 326. Die artenreichste Unterordnung bilden die PLOIMEN (Ploima). Viele ihrer Arten leben in der pflanzenreichen Uferregion, wo sie teils frei schwimmen, teils an den untergetauchten Pflanzenteilen kriechen, teils an ihnen vorübergehend festgeheftet sind. Dauernd sesshafte Formen gibt es bei ihnen nicht. Weniger Arten, aber oft in großen Mengen, trifft man im Plankton an. Hier schweben die großen, darm- und afterlosen Arten der Gattung *Asplanchna* und die kegelförmige *Synchaeta* (Abb. S. 325) dank ihrer geringen Dichte. *Brachionus* (vgl. Abb. S. 326) und *Keratella* haben am Vorder- und Hinterrand ihres Panzers längere oder kürzere Schwebestacheln (Abb. 27 u. 29, S. 305/306). Bei *Kellikottia longispina* sind ein mittlerer Vorderdorn und der Hinterdorn lange Schwebeorgane. Dagegen besitzt die kleine, ungepanzerte und fußlose *Polyarthra* an ihren Körperseiten je sechs schwertförmige Anhänge. Die meisten Schweber führen ihre Eier am Grunde ihres Fußes lange Zeit mit sich



1 *Trichocerca taurocephala*, von unten. 2 Dessen unsymmetrischer Kauer. 3 Panzer von *Kellikottia longispina*. 4 Versteifte Haut von *Eudactyloa eudactyloa*. 5 Panzer von *Squatinella lamellaris*, einem Diadematierchen, Rückenansicht.



Krone und Vorderteil des Gehäuses von *Stephanoceros fimbriatus*.



1 *Floscularia ringens*, mit ihrer Wohnröhre, Dorsalansicht. 2 Eine Kolonie derselben von verschiedenen alten Tierchen. 3 *Limnias melicerta*, mit ihrem festen Gehäuse.



Collotheca ornata cornuta, in ihrem Schleimgehäuse. Der Fangtrichter hat zahlreiche Cilien als Reuse, hier verkürzt dargestellt. Sicht von vorn-unten.

herum; die fußlosen Asplanchnen aber tragen sie im Mutterleib aus und gebären fertige Junge.

In mäßig verschmutztem Flußwasser lebt im Moos die schöne, glasklare *Cephalodella gibba*. Ihr Körper ist rückenseitig gewölbt, und ihr Fuß hat zwei lange, aufwärts gebogene Zehen. Sie ist ein greifender Jäger (s. S. 330) und verschlingt Älchen (Fadenwürmer) von etwa der doppelten eigenen Körperlänge. Ihr selbst stellt ein anderes Rädertier nach: *Dicranophorus forcipatus* (vgl. Abb. S. 326). Beim Beutefang stößt es seinen Kauer, der mit scharfen, spitzen Zähnen besetzt ist, aus dem Munde vor. So bilden Faulstoffe — Älchen — *Cephalodella* — *Dicranophorus* — Insektenlarven — Jungfische — Hechte und schließlich der Mensch eine vielgliedrige Ernährungskette. Manche Ploimen stellen an ihr Gewässer besondere Ansprüche: *Epiphanes senta* (Abb. 26, S. 305/306) verlangt etwas Harn, *Encentrum oxyodon* und *Encentrum incisum* dagegen Holz. *Proales werneckii* erzeugt an den Fäden der Grünalge *Vaucheria* keulen- oder sackförmige Gallen und bewohnt sie zusammen mit seinen Eiern. *Hertwigella volvocicola* schmarotzt in den Kugeln von *Volvox*, und *Albertia*-Arten sind Innenschmarotzer im Darm von Ringelwürmern.

Artenärmer ist die Unterordnung der FLOSCULARIACEEN (Flosculariaceae). Ihr Fuß trägt — wenn vorhanden — anstelle der Zehen eine Wimperkappe. Im Gewebe begegnet man nicht selten der mit einer hinteren und zwei seitlichen »Springborsten« versehenen *Filinia* und dem koloniebildenden *Conochilus* (vgl. Abb. S. 326). Bei ihm sind die kegelförmigen Einzeltiere mit ihrem verlängerten Fuß inmitten einer gemeinsamen Gallertkugel befestigt. Die stärksten Tiere sind unten und halten mit ihrem Wimperschlag die ganze Kolonie in der Schwebe. Im Innern der Kugel befinden sich die Eier; die Jungtiere vergrößern die Gemeinschaft oder verlassen sie zur Gründung einer neuen Kolonie.

Am erstaunlichsten aber ist der Gehäusebau der seßhaften Arten. Die Larve von *Floscularia ringens* (Abb. S. 326) bildet aus ihrer Fußdrüse ein Schleimnäpfchen und heftet sich in ihm für immer fest. Nun führen ihre vier Wimperlappen ständig Schlamnteilchen herbei, die in einer Grube unter der Lippe durch Wimpern zu Kügelchen gedreht und dann der begonnenen Wohnröhre stets an der richtigen Stelle angefügt werden. *Ptygura pilula* verwendet in ähnlicher Weise ihre eigenen Kotballen. *Limnias melicerta* (Abb. S. 325) dagegen hebt ihren Rumpf über den Rand der begonnenen Röhre und schwitzt auf ihn einen neuen Ring von Baustoff aus, den sie anschließend aufpreßt.

Nur wenige seßhafte Arten umfaßt die Unterordnung der COLLOTHECACEEN (Collothecacea). Ihr Kopf ist ein riesiger Fangtrichter; seine Verwendung wurde auf S. 330 geschildert. Das Tier befindet sich — mit seinem langen Fuß festgeheftet — in einem Gallertgehäuse; ebenso *Stephanoceros fimbriatus* (Abb. S. 326), dessen Fangtrichter edelstem Filigranwerk gleicht.

Die Beschäftigung mit den Rädertieren ist jedem, der ein Mikroskop besitzt und damit umzugehen weiß, ein nie versiegender Quell der Entdeckerfreude. An Tieren herrscht im Freien fast das ganze Jahr über kein Mangel; im Winter werden die in der Natur ruhenden Tiere in einem Glas im warmen Zimmer in wenigen Tagen zu neuem Leben erweckt. An dem auch

in unserer Heimat noch so großen Formenreichtum der Rädertierchen erlebt der Naturfreund, wie sehr eigenes Schauen und Forschen beglücken kann. Gerade bei den Rädertieren kommt dabei der Sinn für das Schöne nicht zu kurz.

Zu den häufigsten mehrzelligen Tieren gehören die FADENWÜRMER (Klasse Nematoda; Abb. S. 316), die wegen ihrer schlängelnden Bewegung auch Älchen genannt werden. Eine Handvoll Gartenerde enthält bereits Tausende. Man findet sie aber auch am Grunde der Gewässer, im Wüstenboden, im Eis der Antarktis, in heißen Quellen und als Schmarotzer von Pflanzen, Tieren und Menschen. Wenn die gesamte Materie des Weltalls verschwände und nur die Fadenwürmer übrigblieben — so meinte vor etwa fünfzig Jahren der amerikanische Nematodenforscher N. A. Cobb —, dann wäre unsere Erde immer noch als mattschimmernde Hohlkugel aus Fadenwürmern erkennbar. Berge und Täler, Flüsse und Ozeane, Wüsten und Wälder könnte man noch an der Schicht der Fadenwürmer unterscheiden, die dort gelebt haben. Selbst die Städte wären noch sichtbar, und an den Straßen ständen die Bäume noch, geisterhaft dargestellt durch die an ihnen lebenden Älchen.

Trotz ihrer von Cobb so anschaulich geschilderten Häufigkeit sind die Fadenwürmer den meisten Menschen unbekannt. Nur wenige Arten besitzen Namen in der Umgangssprache, die meisten können nur mit dem wissenschaftlichen Namen bezeichnet werden. Einige gehören zu den großen Plagen der Menschheit und werden schon im Alten Testament und in 3500 Jahre alten ägyptischen Urkunden erwähnt — so der Spulwurm (s. S. 345) und der Medinawurm (s. S. 345).

Die Fadenwürmer sind meist fadenförmig langgestreckt (GL 0,1 mm bis 8,4 m, meist 0,5–5 mm); Körper im Querschnitt drehrund; durchscheinend; weitgehende Zellkonstanz (s. S. 324); im Hautmuskelschlauch nur Längsmuskeln, jede Muskelzelle durch eigenen Fortsatz mit Nervenstrang verbunden; Fortpflanzung ein- oder zweigeschlechtlich; streng festgelegte (determinierte) Entwicklung.

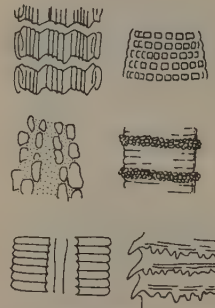
Trotz Besiedlung verschiedenartiger Lebensräume ist die Gestalt der Fadenwürmer sehr einheitlich, fast einförmig. Ihr Körper ist meist spindelförmig, wobei das Hinterende in der Regel stärker verjüngt ist als das Vorderende, oft sogar fadenförmig ausgezogen. Seltener ist das Vorderende fadenförmig, zum Beispiel beim PEITSCHENWURM (*Trichuris trichiura*). Bei einigen Pflanzen- und Tierschmarotzern schwellen die Weibchen an und werden unbeweglich. Der kleinste Fadenwurm ist der Pflanzenschmarotzer *Sphaeronema minutissimum* (GL 0,1 mm), die größten sind mit 8,4 Meter *Placentonema gigantissimum*, ein Schmarotzer im Mutterkuchen des Pottwals, und der bis meterlange Medinawurm. Der Körperdurchmesser beträgt bei den allermeisten nur ein Dreißigstel bis ein Dreihundertstel der Körperlänge. Männchen sind meist kleiner und schlanker als Weibchen.

Die Körperhülle ist ein sogenannter Hautmuskelschlauch, der aus Deckschicht (Cuticula), Hautzellschicht (Epidermis oder Hypodermis) und Muskelzellschicht besteht. Die mehrschichtige Deckschicht ist aus Gerüsteiweißen (Kollagenen und Keratinen) aufgebaut. Ihre Oberfläche weist oft eine beson-

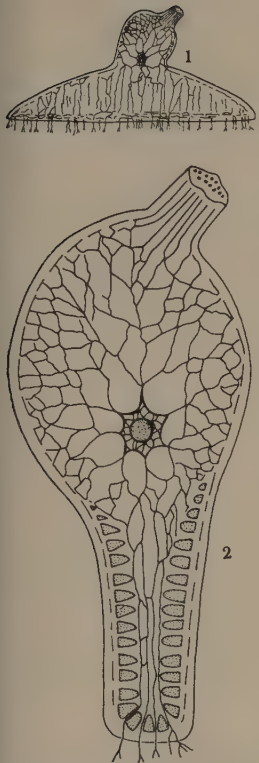
Klasse
Fadenwürmer
von B. Weischer



Die meisten Fadenwürmer sind langgestreckt fadenförmig, es gibt aber auch andere Körperformen.

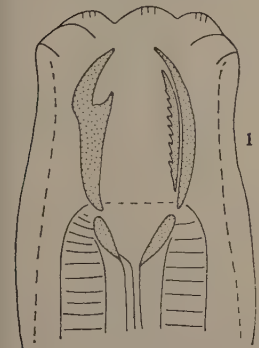


Die Deckschicht (Cuticula) mit kennzeichnenden Musterungen.



Hautmuskulzelle im Längs- (1) und im Querschnitt (2). Oben der Fortsatz zum Nervenstrang, unten Fasern zur Verankerung in der Hautzellschicht.

Die Mundhöhlen sind je nach Lebensweisen verschieden gestaltet:



1 Jäger mit Zahnleisten.

dere Musterung auf, die vor allem bei Meeresbewohnern ausgeprägt ist. Die Hautzellschicht besteht nur aus einer Zellage. Manchmal sind die Zellwände aufgelöst, so daß die gesamte Schicht eine vielkernige Riesenzelle (Synzytium) bildet. Sie stellt ein wichtiges Speicherorgan für Fette und tierliche Stärke (Glykogen) dar. Die meisten Fadenwürmer sind weißlich durchscheinend. Meeresbewohner weisen oft einen rosa oder bläulichen Schimmer auf. Dauerformen sind meist braun. Bei einigen Arten täuscht der durchscheinende Darminhalt eine Hautfärbung vor (grün bis braun bei den von Algen lebenden Fadenwürmern, rot bis schwarz bei Blutschmarotzern).

Fadenwürmer besitzen weder ein Außen- noch ein Innenskelett. Die Körperfestigkeit wird durch ein ausgewogenes Zusammenspiel des elastischen Hautmuskelschlauchs mit dem Binnendruck der Körperflüssigkeit gewährleistet (hydrostatisches Skelett). Der Binnendruck ist sehr hoch; beim Spulwurm erreicht er zum Beispiel bis zu 225 Millimeter Quecksilbersäule, also 0,3 atü. Bei Verletzungen spritzt daher die Körperflüssigkeit regelrecht heraus. Dieses Hochdruckstützsystem ist nahezu einmalig im Tierreich. Im Hautmuskelschlauch der Fadenwürmer gibt es nur Längsmuskulzellen. Sie sind spindelförmig und parallel zur Körperlängsachse in vier Hauptfeldern angeordnet. Eine einzelne Muskelzelle kann erstaunlich groß werden, beim Spulwurm bis zu einem Zentimeter. Die Befehle erhalten die Zellen — wie überall im Tierreich — von den Nerven; doch während sonst allgemein bei den Tieren immer Nervenfasern zu den Muskeln gehen, um die Befehle zu übermitteln, bildet bei den Fadenwürmern jede Muskelzelle einen Fortsatz bis zum Hauptnervenstrang und holt sich von ihm die Befehle — eine völlig einmalige Erscheinung in der Natur.

Die häufigste Art der Fortbewegung ist ein Schlängeln in Seitenlage. Selten kriechen Fadenwürmer nach Art der Spannerraupe (s. Band II) oder bewegen sich mit Hilfe von Borsten fort. Jede Art der aktiven Fortbewegung reicht bei Fadenwürmern über nur geringe Entfernungen und ist für die Ausbreitung weniger wichtig als die Verschleppung. Wind, Wasser, Tiere und der Mensch mit seinen Verkehrsmitteln helfen den Fadenwürmern bei der Überwindung kleiner und großer Entfernungen und beim Auffinden neuer Lebensräume. So kriechen zum Beispiel die dungbewohnenden Fadenwürmer beim Austrocknen der Kuhfladen, in denen sie leben, an die Oberfläche, heften sich an die Beine vorbeilaufender Mistkäfer und lassen sich von ihrem Transportwirt zu einem frischen Kuhfladen bringen. Pflanzenschmarotzende Fadenwürmer werden leicht mit Erde am Schuhwerk des Menschen und in den Reifenprofilen seiner Fahrzeuge und Geräte von befallenen auf gesunde Felder verschleppt. Für manche Arten, zum Beispiel für das Kartoffelzystenälchen, wurden besondere Gesetze erlassen, um seine Verschleppung und Ausbreitung zu verhindern.

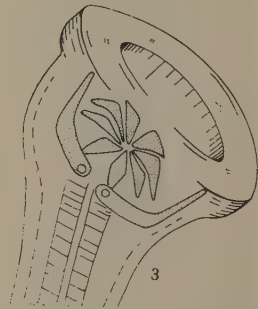
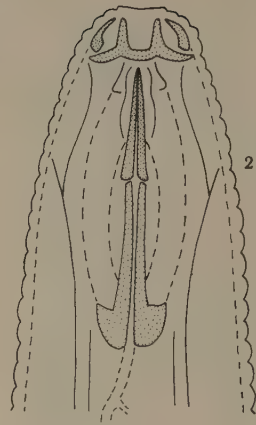
Auf ungewöhnliche Art breitet sich der LUNGENWURM (*Dictyocaulus viviparus*) aus, der als Schmarotzer in den Atemorganen von Wiederkäuern lebt. Die trägen, infektiösfähigen Larven kriechen aus dem Dung, wo sie zunächst leben, auf die Fruchtkörper einiger dungbewohnender Pilze (Gattung *Pilobolus*), die ihre Sporenbehälter mit Hilfe eines besonderen Mechanismus bis zu zwei Meter weit schleudern; mit ihnen werden auch die

anhaftenden Fadenwürmer transportiert. Auf diese Weise überwinden sie die von Weidetieren meist gemiedene Graszone unmittelbar um einen Kothaufen, wo sie wenig Aussicht hätten, mit dem Futter in ihre Wirte zu gelangen. Auch Ortsveränderungen, die Schmarotzer innerhalb ihres Wirtes im Laufe ihrer Entwicklung vornehmen müssen, erfolgen zum großen Teil passiv; die Fadenwürmer werden durch den Blut-, Lymph- oder Nahrungsstrom mitgenommen.

Frei lebende Fadenwürmer nehmen vorwiegend feste Nahrung, wie Kleintiere, auf, während Schmarotzer in erster Linie von den Säften ihrer tierlichen oder pflanzlichen Wirte leben. Der Aufbau des Verdauungssystems ist bei allen Fadenwürmern gleich; es besteht aus Mundhöhle, Schlund, Mitteldarmrohr und Enddarm mit After. Die Mundhöhle ist entsprechend der Lebensweise sehr unterschiedlich ausgebildet und stellt ein wichtiges Merkmal zur Unterscheidung der Formen dar. Der Schlund ist ein einfaches Rohr mit muskulösen Wänden, die als Pumpe wirken und die aufgenommene Nahrung gegen den Körperinnendruck in den Darm pressen. Der Mitteldarm, ein dünnwandiges gerades Rohr, entzieht der aufgenommenen Nahrung die Aufbaustoffe. Bei einigen Tierschmarotzern, die in einer nährstoffreichen Umgebung (Blut, Darminhalt) leben und die gelösten Stoffe durch die Haut aufnehmen, ist der Mitteldarm zu einem Speicherorgan umgebildet. Der kurze muskulöse Enddarm verbindet Mitteldarm und After und dient als Verschluss, der ein vorzeitiges Herauspressen der Nahrung durch den hohen Körperdruck verhindert. Soweit überhaupt bekannt, ist der Nahrungsumsatz sehr schnell, vor allem bei Schmarotzern, die ja aus dem vollen schöpfen. So erfolgt beim Spulwurm alle drei Minuten eine Darmentleerung. In Fadenwürmern konnte eine ganze Reihe von Verdauungsfermenten und Enzymen nachgewiesen werden. Ihre Zusammensetzung und Tätigkeit ist je nach der Ernährungsweise verschieden.

Wie die Fadenwürmer die Endprodukte des Eiweiß- und des Kohlenhydrat-Stoffwechsels ausscheiden, ist noch nicht restlos geklärt. Im allgemeinen sieht man die beiden Längskanäle an den Körperseiten, die eine große Drüsenzelle und einen Ausführgang besitzen, als Ausscheidungssystem an. Wahrscheinlicher aber ist, daß der größte Teil dieser Stoffe durch den Darm abgegeben wird. Ein weiterer Teil könnte in der Deckschicht (Cuticula) und auch in der Eischale abgelagert werden; das Seitenkanalsystem, das zudem bei etlichen Gruppen fehlt, hätte demnach nur eine Hilfsfunktion bei der Ausscheidung. Wie man nach seinem Aufbau und seinem Vorkommen bei den Fadenwürmern aus verschiedenen Lebensräumen schließen kann, besteht seine Hauptaufgabe darin, die Konzentration der Körpersäfte durch Salz- oder Wasseraufnahme oder -abgabe zu regeln (Osmoregulation).

Ein besonderes Atmungssystem gibt es bei Fadenwürmern nicht. Den für die Energiegewinnung benötigten Sauerstoff nehmen diese Würmer durch die Haut auf. Bei Arten, die in sauerstoffarmer Umgebung leben, zum Beispiel in faulenden Stoffen oder im Darminhalt, gibt es eine Energiegewinnung aus chemischen Vorgängen ohne Sauerstoff (anaerobe Atmung). Da diese Art der Atmung eine wesentlich geringere Nutzwirkung hat, besitzen solche Fadenwürmer größere Vorräte an tierlicher Stärke. Ein Kreislaufsystem



2. Pflanzenparasit mit Mundstachel. 3. Tierparasit mit Zähnen. 4. Bakterienesser mit Reusenapparat.

fehlt den Fadenwürmern ebenfalls. Die von den Darmzellen dem Nahrungsstrom entnommenen Stoffe und der durch die Haut aufgenommene Sauerstoff werden an die Körperflüssigkeit abgegeben und mit ihr im Körper verteilt. Hormone und Drüsen mit innerer Absonderung (innersekretorische Drüsen) sind bisher bei Fadenwürmern noch nicht gefunden worden; doch man vermutet, daß hormonale Vorgänge bei der Häutung eine Rolle spielen.

Es gibt bei allen Arten von Fadenwürmern Einrichtungen — wie Warzen (Papillen), Borsten, Seitenorgane (Amphiden) und ähnliche —, die nach ihrem Aufbau Sinnesorgane für mechanische und chemische Reize sein können. Fadenwürmer müssen derartige Bildungen besitzen, denn sie antworten auf Berührungsreize und auf verschiedene chemische Stoffe. Oft werden auch die Männchen durch besondere Geschlechtsstoffe angelockt, die von den Weibchen abgegeben werden, vor allem bei Arten mit bewegungsunfähigen Weibchen. Eine sichere Zuordnung solcher Organe zu bestimmten Sinnesleistungen ist noch nicht möglich. Viele Fadenwurmart antworten auf Lichtreize, wenn auch nur bei wenigen Lichtsinnesorgane nachgewiesen werden können. Oft sind es einfache Pigmentflecken am Vorderende wie bei der in Insekten schmarotzenden Art *Mermis subnigrescens*. Manchmal findet man aber auch verwickeltere Gebilde wie bei *Dilaimus denticulatus*, einem Meeresbewohner; hier bestehen sie aus einer Linse und einem dahinterliegenden Pigmentfleck. Über die Bedeutung der Lichtsinnesorgane wissen wir noch sehr wenig. Bei dem genannten Insektenschmarotzer *Mermis* hängt die Wahrnehmung von Licht offenbar mit der Eiablage zusammen. Nur die erwachsenen Weibchen besitzen die Pigmentflecken. Sie kriechen zu gegebener Zeit an Pflanzenstengeln hoch, um dort ihre Eier abzulegen. Wahrscheinlich finden sie sich bei dieser Wanderung nach dem Licht zurecht. Im Dunkeln gehaltene Weibchen legen keine Eier ab.

Einige Fadenwürmer besitzen ein sehr feines Unterscheidungsvermögen für Temperaturen. Larven des Kartoffelzystenälchens reagieren noch auf ein Temperaturgefälle von 0,02 Grad Celsius je Zentimeter. Organe für die Temperaturwahrnehmung sind noch nicht gefunden worden.

Die wesentlichen Teile des Nervensystems aller Fadenwürmer sind ein verdickter Nervenring in der Schlundgegend, daran anhängende Nervenknotten (Ganglien) und sechs Nervenstränge, die parallel zur Körperlängsachse von den Knoten zum Schwanzende hin verlaufen; in der Aftergegend sind sie durch Querstränge mit weiteren Knoten untereinander verbunden. Außerdem gehen noch einzelne dünnere Nerven zu den verschiedenen Sinnesorganen. Insgesamt gesehen spielt die Kopfgregion für das gesamte Nervensystem und die Steuerung des Verhaltens keine so vorherrschende Rolle wie bei höheren Tieren.

Die Fortpflanzung ist immer ein- oder zweigeschlechtlich, niemals ungeschlechtlich. Die meisten Arten sind getrenntgeschlechtlich, einzelne zwittrig. In etlichen Fällen wechseln ein- und zweigeschlechtliche Vermehrung ab (Generationswechsel, Heterogonie). Die weiblichen Geschlechtsorgane sind paarig mit einem gemeinsamen Ausführgang (Vagina). Manchmal ist der hintere, seltener der vordere Eierstock zurückgebildet und die Vagina entsprechend nach hinten oder nach vorn verlagert. Bei einigen Formen nehmen die



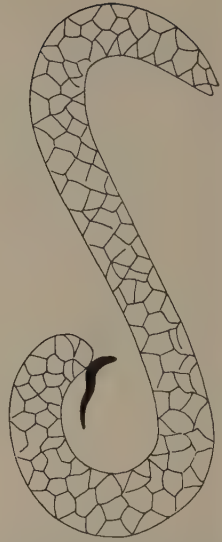
Schematischer Körperquerschnitt. Oben und unten zwei Hauptnervenstränge mit den Verbindungen zu den Muskelzellen, in der Körperhöhle oben der Darm, darunter die Keimdrüse.

Geschlechtsorgane im Laufe der Entwicklung stark an Umfang zu und füllen später das ganze Tier aus. Ganz ungewöhnlich ist die Entwicklung bei *Sphaerularia bombi*, einem Schmarotzer unserer Hummeln und Wespen. Hier stülpen sich die weiblichen Geschlechtsorgane im Zuge der Vergrößerung aus der Geschlechtsöffnung nach außen und werden so groß, daß das Weibchen am Ende nur noch ein kleines Anhängsel ist.

Bei den Eiern der Fadenwürmer ist die äußere Schicht der Eischale aus Eiweißen aufgebaut und oft mit Mustern und Anhängen versehen, die für die Artbestimmung herangezogen werden können. Untersucht man den Kot auf das Vorhandensein bestimmter Fadenwurmeier, so kann man einen Schmarotzerbefall ermitteln, der sich sonst am lebenden Wirtstier oder Menschen nur schwer feststellen ließe. Dieses Verfahren ist bei der Überwachung des Gesundheitszustandes von Haus- und Zootieren sowie in der Humanmedizin sehr wichtig. Die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier ist sehr unterschiedlich. Schmarotzer, deren Larven oft nur eine geringe Aussicht haben, den richtigen Wirt zu finden, bringen ungeheure Mengen hervor, so das Weibchen des Spulwurms, das jährlich bis zu sieben Millionen Eier ablegt. Dagegen finden wir bei Fadenwürmern in verhältnismäßig gleichbleibender Umgebung, wo die Larven in unmittelbarer Nähe der Nahrungsquellen schlüpfen, nur zwanzig bis dreißig Eier. Einzelne Arten sind lebendgebärend. Im Alter oder auch als gewöhnliche Erscheinung verzögern viele Fadenwürmer die Eiablage, so daß die Larven noch im Weibchen schlüpfen und damit ein Lebendgebären stattfindet. Im Endstadium verlassen die Larven das Weibchen nicht mehr, sondern ernähren sich als Schmarotzer von den Organen des sterbenden Muttertiers. Erst nach der völligen Zersetzung wandern die Larven dann aus. Bei einigen Fadenwürmern geht die Larvenentwicklung im Mutterleib weiter und kann bis zur Geschlechtsreife führen. Sogar die Begattung vermag dort noch stattzufinden, so daß erst die begatteten Weibchen das inzwischen abgestorbene Muttertier verlassen.

Die männlichen Geschlechtsorgane (Hoden) sind meist nur in Einzahl vorhanden. Durch den Samenleiter gelangen die Samen an die Geschlechtsöffnung, die mit dem After einen gemeinsamen Ausgang (Kloake) bildet. Die Samenzellen sind verhältnismäßig groß und besitzen im Unterschied zu den meisten tierlichen Samen fast nie eine Geißel, mit der sie sich fortbewegen können. Bei der Begattung wickelt das Männchen sich meist um das Weibchen, preßt seine Geschlechtsöffnung auf die des Weibchens und erweitert sie mit Hilfe besonderer stäbchenartiger Gebilde (Spicula). Die Samenzellen werden dann durch Muskeldruck aus dem Samenleiter in die weibliche Geschlechtsöffnung befördert. Oft besitzen die Männchen um die Kloake herum ein flügel- oder schirmartiges Gebilde (Bursa), das das Anheften an das Weibchen erleichtert. Bei einigen Arten sind Männchen und Weibchen dauernd miteinander verbunden, so bei den Arten der Gattung *Syngamus*, die als Schmarotzer in den Atemwegen von Säugern und Vögeln leben. Bei *Trichosomoides crassicauda*, der in den Harnwegen von Nagern schmarotzt, bleiben die Männchen auf der Larvenstufe stehen und leben im Eileiter und in der Gebärmutter der Weibchen.

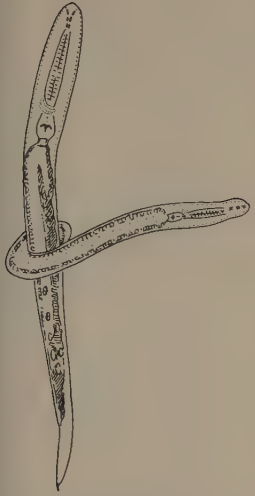
Das Zahlenverhältnis von Männchen zu Weibchen ist je nach Art verschied-



Bei *Sphaerularia bombi* ist das Weibchen (schwarz) am Ende seiner Entwicklung nur noch ein Anhängsel der Geschlechtsorgane.



Die äußere Schicht der Nematodeneier ist oft mit typischen Mustern und Anhängen versehen.



Bei der Begattung ist das Männchen meist mit dem Hinterende um das Weibchen gewickelt.



Bei den *Syngamus*-Arten sind die Männchen in »Dauerkopula« mit den Weibchen verbunden.

Häutungen im Ei

den; es kann sogar innerhalb einer Art bei verschiedenen Bevölkerungen unterschiedlich sein. In Bevölkerungen mit nur einzelnen Männchen legen die Weibchen unbefruchtete Eier ab; diesen Männchen kommt damit keine Bedeutung mehr für die Fortpflanzung zu. Sind viele Männchen vorhanden, so werden die Weibchen begattet. Das Geschlechtsverhältnis ist oft auch von der Umwelt abhängig. Ungünstige Bedingungen führen meist zu einem erhöhten Anteil von Männchen. So entstehen aus den Larven einiger Heuschreckenschmarotzer (Gattung *Mermis*) um so mehr Männchen, je stärker der Wirt befallen ist, also je weniger Nahrung dem Schmarotzer zur Verfügung steht. Ähnlich ist es auch bei den Wurzelgallenälchen, bei denen sogar eine Geschlechtsumkehr stattfinden kann. Wenn im Laufe der Entwicklung eine Verschlechterung der Nahrungsversorgung eintritt, werden eindeutig weibliche Larven zu Männchen. Auch bei den Pflanzenschmarotzern der Gattung *Heterodera*, die Kapseln (Zysten) bilden, nimmt der Anteil der Männchen bei Nahrungs- und Platzmangel zu; doch das liegt nicht an einer Geschlechtsumkehr, sondern an der größeren Sterblichkeit der Weibchen unter ungünstigen Bedingungen.

Bei der Keimentwicklung der Fadenwürmer wird bereits durch die ersten Teilungen die Bedeutung und die zukünftige Entwicklung der einzelnen Zellen festgelegt. Nach Abschluß der Keimentwicklung, wenn die junge Larve noch im Ei ist, sind bereits alle Körperzellen vorhanden. Die Gesamtzahl der Zellen oder die der Zellen einzelner Organe ist bei sämtlichen Tieren einer Art gleich — eine Erscheinung, die man Zellkonstanz oder Eutelie (s. S. 324) nennt. Nur in den Geschlechtsorganen treten im Laufe der Weiterentwicklung zum erwachsenen Tier noch Zellteilungen auf. Die Größenzunahme erfolgt durch Zellvergrößerung. So wachsen die Muskelzellen des PFERDE-MADENWURMS (*Oxyuris equi*) von 0,03 Millimeter Länge bei der Larve auf sechs Millimeter Länge beim erwachsenen Tier an, also auf das Zweihundertfache. Die fertig entwickelten Larven bleiben besonders bei den Schmarotzern oft sehr lange im Ei, bis sie durch bestimmte Umwelteinflüsse zum Schlüpfen und damit zum aktiven Leben veranlaßt werden. Gerade die Schmarotzer sind ja darauf angewiesen, ihren Lebensablauf möglichst genau auf den ihres Wirtes abzustimmen. Tritt die Masse der übertragungsfähigen Larven dann auf, wenn geeignete Wirte vorhanden sind, so haben sie die besten Überlebensaussichten. Deshalb bleiben die Larven des Kartoffelzystenälchens und anderer zystenbildender Pflanzenfadenwürmer so lange in den zu harten Kapseln (Zysten) umgewandelten Weibchen, bis sie durch die Wurzelabscheidungen einer wachsenden Wirtspflanze angeregt und angelockt werden.

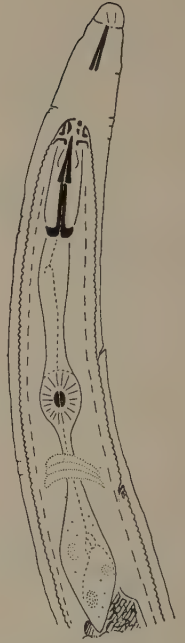
Bei dem Schafschmarotzer *Nematodirus battus* machen die Larven noch im Ei zwei Häutungen durch und bleiben dann auf dieser Stufe stehen. Sie sind noch nicht übertragungsfähig, selbst wenn sie von einem Schaf mit der Nahrung aufgenommen werden. Erst wenn die Larven in den Eiern auf etwa null Grad Celsius abgekühlt und anschließend erwärmt werden, schlüpfen sie und können sich auch erst dann in einem Schaf als Schmarotzer niederlassen. Diese Abhängigkeit von einer bestimmten Temperaturfolge gewährleistet ein erhöhtes Schlüpfen der Larven im Frühjahr, denn dann sind die

Schafherden durch zahlreiche junge Lämmer besonders groß und damit auch die Aussicht, in einen Wirt zu gelangen, besonders gut. Bei anderen Fadenwurmartarten schlüpfen die Larven, wenn Feuchtigkeit, erhöhter Kohlendioxidgehalt der Umgebung oder bestimmte andere chemische Stoffe das Vorhandensein günstiger Bedingungen anzeigen.

Trotz der sehr unterschiedlichen Lebensweisen ist die Entwicklung der Fadenwürmer vom Keimling (Embryo) zum erwachsenen Tier grundsätzlich gleich. Man unterscheidet vier Larvenstadien und die Erwachsenen, die alle durch eine Häutung voneinander getrennt sind. Das erinnert an die Entwicklung der Insekten (s. Band II), stimmt aber nicht mit ihr überein. Die Größenzunahme erfolgt bei Fadenwürmern nämlich nicht in einzelnen starken Schüben, sondern gleichmäßig. Einige Organe können allerdings auch sprunghaft an Länge zunehmen, so zum Beispiel der Mundstachel. Bei jeder Häutung wird die gesamte Deckschicht (Cuticula) einschließlich der Auskleidung von Mundhöhle, Drüsenausführgängen und Enddarm abgestoßen. Zugleich finden gewisse Organveränderungen statt. Die genauen Vorgänge bei der Häutung sind nur unvollkommen bekannt. In manchen Fällen veranlassen bestimmte chemische Umweltreize die Larven zur Ausscheidung einer Flüssigkeit, die die Häutung auslöst. Ob es sich dabei um hormonartige Stoffe handelt wie bei Insekten, ist nicht bekannt. Manchmal geht der Reiz zur Bildung der häutungsauslösenden Flüssigkeit auch vom Wirt aus. Das Wachstum der Fadenwürmer ist — wieder im Gegensatz zu den Insekten — nach der letzten Häutung noch nicht abgeschlossen. Die Weibchen etlicher Pflanzenscharotzer schwellen danach auf ein Vielfaches ihres ursprünglichen Durchmessers an, und weibliche Spulwürmer wachsen nach der letzten Häutung innerhalb einiger Wochen von acht auf dreißig oder sogar vierzig Zentimeter Länge.

Von diesem Grundplan der Entwicklung gibt es zahlreiche Abwandlungen, die als Anpassungen an bestimmte Lebensräume und besondere Lebensweisen entstanden sind. Sie zeigen bei den Scharotzern ihre größte Mannigfaltigkeit. Wir müssen annehmen, daß der Weg zum Scharotzertum im Laufe der Stammesgeschichte von mehreren Fadenwurmgruppen und zu verschiedenen Zeiten unabhängig voneinander besritten wurde. Überblicken wir die gesamte Klasse der Fadenwürmer, so finden wir scharotzende Formen in vielen Ordnungen und in den verschiedensten Stufen der Spezialisierung. Einige behandeln wir im folgenden näher, wobei wir sie weniger nach systematischen Gruppen als nach ihrer Lebensweise einordnen.

Pflanzenschädigende Fadenwürmer leben fast alle für kürzere oder längere Zeit im Boden und befallen von da aus ihre Wirtspflanzen. Dabei durchbohren sie mit ihrem hohlnadelartigen Mundstachel die Zellwände und geben Enzyme oder auch Giftstoffe ab, die den Zellinhalt chemisch verändern und das Pflanzengewebe auflockern. Verletzung, Nahrungsentzug und Enzymwirkung stören die Tätigkeit des Pflanzengewebes und führen zu schlechtem Wachstum. Die Schäden, die durch Fadenwürmer an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen verursacht werden, schätzt man allein in den USA auf jährlich 372 Millionen Dollar. Starkes Auftreten kann zu richtigen Katastrophen führen. So brach vor rund hundert Jahren die gesamte Zuckerindustrie in der



Bei jeder Häutung löst sich die ganze Cuticula einschließlich der Auskleidungen von Mundhöhle und Körperausgängen ab.

Pflanzenschädlinge

Magdeburger Börde nach einer jahrelangen Hochblüte völlig zusammen, weil das Rübenzystenälchen durch den ständigen Zuckerrübenanbau so stark zugenommen hatte, daß nur noch Mißernten erzielt wurden. Auch der geheimnisvolle Auszug der Mayas im 7. Jahrhundert n. Chr. aus ihren blühenden Städten im Tiefland von Guatemala geht wahrscheinlich auf eine Massenverseuchung ihrer Felder mit pflanzenschädigenden Fadenwürmern infolge einseitiger Nutzung zurück. Aus Nahrungsmangel verließen die Mayas ihren bisherigen Lebensraum und siedelten sich im Hochland von Yukatan neu an. Die wichtigsten Abwehrmaßnahmen sind regelmäßiger Fruchtwechsel, Anbau widerstandsfähiger Sorten und — wo beides nicht möglich ist — eine Behandlung des Bodens oder der Pflanzen mit einem Mittel, das die Nematoden abtötet (Nematizid). Der gezielte Einsatz von Fadenwurmfeinden hat bisher zwar im Labor, nicht aber in der Praxis nennenswerte Erfolge gehabt.

Wandernde Pflanzen- fadenwürmer

Aufgrund ihrer Lebensweise unterscheiden wir wandernde und festsitzende Pflanzenfadenwürmer, von denen mehrere hundert Arten bekannt sind. Im einfachsten Falle bleiben die Würmer während ihres ganzen Lebens im Boden und saugen von da aus an den Wurzeln, wobei sie sich im wesentlichen auf die äußeren Schichten des Pflanzengewebes beschränken. Hierher gehören die Arten der Gattungen *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Paratylenchus* und andere. Die Gattungen *Xiphinema*, *Longidorus* und *Trichodorus* müssen besonders genannt werden, weil sie Überträger wichtiger Viruskrankheiten unserer Nutzpflanzen sind. Einen Schritt weiter auf dem Wege zum spezialisierten Schmarotzer sind die Arten der Gattungen *Pratylenchus* und *Radopholus* gegangen. Zwar behalten auch sie ihre schlanke Gestalt und ihre Beweglichkeit; doch die Fortpflanzung findet im Pflanzengewebe statt. Larven und erwachsene Tiere können jederzeit das Gewebe verlassen und neue Wurzeln aufsuchen. Im Boden vermögen sie, wie fast alle Pflanzenfadenwürmer, lange Zeit ohne Nahrung zu überdauern.

Noch stärker an die Pflanze gebunden sind einige Fadenwürmer, die die oberirdischen Pflanzenteile befallen, zum Beispiel das STENGELÄLCHEN (*Ditylenchus dipsaci*), die BLATTÄLCHEN (Gattung *Aphelenchoides*) und das KOKOSPALMENÄLCHEN (*Rhadinaphelenchus cocophilus*). Ihr aktives Leben spielt sich nur in der Pflanze ab, wo sie auch umherwandern. Der Boden ist für sie nur der Ort, an dem sie ungünstige Zeiten überdauern. Bisher sind mehr als vierhundert Wirtspflanzen des Stengelälchens bekannt, darunter Roggen, Mais, Rotklee, Zwiebeln, Narzissen und Phlox. Es gibt eine Reihe von Rassen des Stengelälchens, die sich durch ihre Wirtspflanzen unterscheiden. Einige können sich in vielen Pflanzen vermehren; andere haben offensichtlich nur einen einzigen guten Wirt, wie zum Beispiel die Weißkleerrasse. Blattälchen, von denen es mehrere Arten gibt, leben in den Blättern und Blüten von Erdbeeren, Reis, Chrysanthemen, Gloxinien, Farnen und anderen Nutz- und Wildpflanzen. Sie wandern vom Boden aus, wenn die Pflanzen vom Tau, Regen oder Gießwasser feucht sind, die Stengel hinauf und dringen durch die Spaltöffnungen in das Blattgewebe ein; dort finden Begattung und Eiablage statt. Bei ungünstigen Bedingungen wandern sie weiter oder fallen in einen Starrezustand, bis sie von Feuchtigkeit wieder rege werden. Das Kokospalmenälchen gelangt ebenfalls vom Boden her in das Innere des Pal-

menstammes, doch es hat noch eine andere Möglichkeit, in eine Wirtspflanze zu kommen. Wenn die Palmböhrer — große Rüsselkäfer — von Fadenwürmern befallene Palmen anbohren, heften sich die Würmer an Beine und Mundwerkzeuge der Käfer und werden zu anderen Palmen mitgenommen. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß das Kokospalmenälchen sogar in die Käfer eindringen und dort als Parasit leben kann.

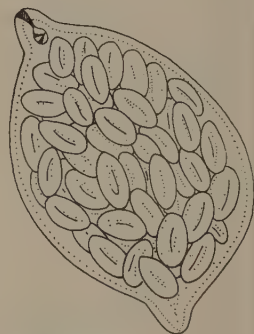
Die festsitzenden Pflanzenfadenwürmer haben ihren Namen daher, daß mindestens die reifen Weibchen, oft aber auch schon frühere Entwicklungsstufen, ihre Beweglichkeit verlieren. Bei *Tylenchulus* und *Rotylenchulus* sind alle vier Larvenstadien und sogar die jungen Weibchen noch beweglich. Sie wechseln häufiger ihre Saugstelle an und in den Wurzeln. Erst im Laufe der Weiterentwicklung setzen sich die Weibchen mit dem Vorderende im Gewebe fest, wobei das Hinterende unregelmäßig anschwillt. Die Eier werden nach außen abgelegt. Noch ein Stückchen weiter auf dem Weg zum unbeweglichen Innenschmarotzer gingen Arten der Gattung *Nacobbus*. Zwar können alle Larvenstadien noch wandern; doch es zeigt sich bei ihnen eine nach jeder Häutung zunehmende Neigung, längere Zeit an einer Stelle zu bleiben. Die letzte Häutung findet immer im Pflanzengewebe statt, das die Weibchen nicht mehr verlassen. Bei ihnen schwillt die Körpermitte an, und nur das Schwanzende ragt noch aus der Wurzel.

Eine noch weitergehende Anpassung an das Schmarotzertum finden wir bei den zystenbildenden Arten der Gattung *Heterodera*, zu denen so wichtige Kulturpflanzenschädlinge wie das KARTOFFELZYSTENÄLCHEN (*Heterodera rostochiensis*), das RÜBENZYSTENÄLCHEN (*Heterodera schachtii*) und das GETREIDEZYSTENÄLCHEN (*Heterodera avenae*) gehören. Nur die Larven des zweiten Stadiums sind beweglich. Sie verlassen unter dem Einfluß bestimmter Umweltreize die Eischale und wandern durch den Boden in geeignete Wurzeln. Alle weiteren Larvenstadien und die Weibchen sind unbeweglich. Sie schwellen zuerst flaschen- und dann birnenförmig an und brechen durch die Wurzelrinde nach außen durch. Die fertigen Männchen besitzen wieder die schlanke Älchenform und suchen — angelockt durch bestimmte Geschlechtslockstoffe — die Weibchen zur Begattung auf. Im Innern eines Weibchens entwickeln sich mehrere hundert Eier. Die Weibchen sterben ab, ihre Haut verhärtet sich, und am Schluß sind sie nur noch prall mit Eiern gefüllte Kapseln (Zysten), die von den Wurzeln abfallen und im Boden bleiben. Die Larven bleiben in den Zysten jahrelang lebensfähig.

Die WURZELGALLENÄLCHEN (Gattung *Meloidogyne*), die besonders im warmen Klima verbreitet sind, ähneln in der äußeren Form und im Entwicklungsgang den Zystenälchen; aber sie verlassen das Pflanzengewebe überhaupt nicht mehr. Nach dem Schlüpfen lassen sich die Larven meist gleich an einer geeigneten Stelle in der Wurzel nieder. Nur wenn ihre Wirtspflanze abstirbt und die befallenen Wurzeln verrotten, wandern sie aus und suchen neue Wurzeln auf.

Bei den als Tierschmarotzern lebenden Fadenwürmern finden wir eine weitaus höhere Artenzahl und eine größere Mannigfaltigkeit in der Lebensweise als bei den Pflanzenschmarotzern. Sie gelangen entweder mit der Nahrung in ihre Wirte oder bohren sich durch die Haut ein. Man spricht von

Festsitzende Pflanzenfadenwürmer



Die Weibchen der zystenbildenden Nematodenarten sind am Ende ihrer Entwicklung nur noch mit Eiern gefüllte Kapseln.

Tierschädlinge

einer direkten Entwicklung, wenn gleich der Endwirt befallen wird, also der Wirt, in dem die Vermehrung vor sich geht. Laufen Abschnitte der Larvenentwicklung in einem Zwischenwirt ab, ehe der Endwirt aufgesucht wird, spricht man von einer indirekten Entwicklung. Ein Tier, in dem sich die Fadenwürmer vorübergehend aufhalten, ohne daß eine Weiterentwicklung stattfindet, wird als »Transportwirt« bezeichnet. Es können Wirbellose und Wirbeltiere befallen werden; meist aber gehören die jeweiligen Schmarotzer zu verschiedenen Gruppen.

Wirbellosen-Schmarotzer

Betrachten wir zunächst einige Schmarotzer wirbelloser Tiere. Bei vielen Formen läuft nur ein Teil des Lebens in einem Wirt ab, wie wir es zum Beispiel bei der Gattung *Parasitylenchus* finden. Die Eier werden in der Leibeshöhle des Insektenwirtes abgelegt, und die daraus schlüpfenden Larven schmarotzen im Wirt bis nach der zweiten Häutung. Dann verlassen sie das Insekt und entwickeln sich zu Geschlechtstieren. Auch die Begattung findet außerhalb des Wirtes statt; erst die begatteten Weibchen dringen zur Eiablage wieder in ein Insekt ein. Bei den MERMITHOIDEEN (Überfamilie Mermithoidea), die in Insekten und Schnecken schmarotzen, gelangen die Eier mit der Nahrung in den Wirt. Die Larven schlüpfen und machen drei Häutungen durch. Kurz vor der letzten Häutung wandern sie in den Boden und überwintern dort. Im Frühjahr häuten sie sich zu Geschlechtstieren. Die begatteten Weibchen bleiben im Boden und kriechen nach warmem Sommerregen an den nassen Pflanzen hoch, um ihre Eier abzulegen. Nach einer längeren Trockenzeit kann ein solcher Regen zu einer Massenwanderung dieser bis zu dreißig Zentimeter langen und damit schon recht auffälligen Fadenwürmer führen — eine Erscheinung, die man früher in Unkenntnis der Zusammenhänge als »Wurmregen« bezeichnet hat.

»Wurmregen«

Einen Generationswechsel finden wir bei Arten der Gattung *Heterotylenchus*, die in Käfern und Zweiflüglern schmarotzen. Die Weibchen der zweigeschlechtlichen Generation legen nach der Begattung ihre Eier in die Körperhöhle des Wirtes. Aus diesen Eiern entstehen die Weibchen der eingeschlechtlichen Generation. Sie legen unbefruchtete Eier, aus denen sich dann wieder Männchen und Weibchen der zweigeschlechtlichen Generation entwickeln. Eine andere Form des Schmarotzertums finden wir bei den Arten der Gattung *Neoaplectana*. Die Larven dringen in Raupen ein oder werden von ihnen mit der Nahrung aufgenommen. Im Wirt geben sie bestimmte Bakterien (Gattung *Achromobacter*) ab, mit denen sie vergesellschaftet sind und von denen sie sich ernähren. Diese Bakterien töten die Raupe und benutzen den Leichnam als Nahrungsquelle. Durch ihre Massenvermehrung bieten sie auch den Fadenwürmern die Nahrungsgrundlage für Entwicklung und Vermehrung. Der Einsatz von *Neoaplectana*-Arten bei der Bekämpfung schädlicher Insekten hat in Einzelfällen gute Erfolge gehabt.

Wirbeltierschmarotzer

Mehrere tausend Fadenwurmartens sind als Schmarotzer der Wirbeltiere einschließlich des Menschen bekannt. Sie schädigen ihre Wirte durch Nahrungsentzug, durch Verletzungen, durch Zerstörung von Organen, durch Giftstoffe und ähnliches mehr. Starker Wurmbefall kann zum Tode des Wirtes führen. Noch vor zwanzig Jahren waren schätzungsweise allein 644 Millionen Menschen vom Spulwurm befallen, 457 Millionen von Hakenwürmern

und 356 Millionen vom Peitschenwurm. Zunehmende Sauberkeit und eine Verbesserung der Hygiene haben inzwischen zu einem Rückgang dieser Plagen geführt; dennoch sind Fadenwürmer immer noch weitverbreitete und zum Teil wirklich gefährliche Schmarotzer, von denen erst einige Arten sicher mit Medikamenten bekämpft werden können. Die meisten Wirbeltier-Fadenwürmer setzen sich im Wirt nicht sofort an ihrem endgültigen Platz fest, sondern machen erst noch eine oft ziemlich umständliche Wanderung durch. Dabei ziehen sie durch das Blutsystem, das Herz und die Lunge, oft auch noch durch andere Organe. Während dieser Zeit entwickeln sie sich weiter und sammeln Nährstoffreserven an. Von einigen Forschern werden diese Wanderungen als teilweise Wiederholung der Stammesgeschichte angesehen; sie zeigt, daß zum Beispiel die Vorfahren der jetzt darmbewohnenden Spulwürmer zuerst Schmarotzer im Blut- oder Lymphsystem, dann in den Atemwegen und erst später im Verdauungssystem geworden sind. Manche Säugetier-Fadenwürmer vermögen vom Blutkreislauf aus über den Mutterkuchen in das sich entwickelnde Tier- oder Menschenkind zu gelangen, so daß Neugeborene bereits mit Wurmbefall auf die Welt kommen können.

Wiederholung der
Stammesgeschichte

Die ZWERGFADENWÜRMER (Gattung *Strongyloides*) sind weitverbreitete Säugetierschmarotzer. Man unterscheidet eine parasitisch lebende eingeschlechtliche und eine frei lebende zweigeschlechtliche Generation. Die schmarotzenden Weibchen leben in der Darmschleimhaut. Ihre Eier kommen mit dem Kot des Wirtes nach außen. Die aus ihnen schlüpfenden Larven leben frei im Boden und entwickeln sich zu Männchen und Weibchen. Aus den befruchteten Eiern entstehen dann Larven, die in einen Wirt eindringen und sich nach ihrer Wanderung über die Lunge im Dünndarm festsetzen und zu Weibchen werden. Bei den Hakenwürmern, von denen *Ancylostoma duodenale* und *Necator americanus* (beide GL 8–18 mm) stellenweise auch heute noch gefährliche Schmarotzer des Menschen sind, leben die Geschlechtstiere als Blutsauger in der Darmschleimhaut. Aus den mit dem Kot nach außen gelangten Eiern schlüpfen die Larven, machen zwei Häutungen durch, ohne Nahrung aufzunehmen, und bohren sich durch die Haut in ihren Wirt. Nach der Wanderung, wieder durch die Lunge, lassen sie sich dann im Darm nieder und erreichen die Geschlechtsreife. Der Hakenwurm *Ancylostoma duodenale* benötigt als frei lebende Larve neben ausreichender Bodenfeuchtigkeit fünfundzwanzig bis dreißig Grad Celsius Wärme. Er findet diese Bedingungen in den Pflanzungen der warmen Länder und auch bei uns, aber nur in Bergwerken und Tunnelbauten. So erhielt er den deutschen Namen »Grubenwurm«. In Amerika trifft man neben ihm den »Todeswurm«, *Necator americanus*, an, der trotz seines wissenschaftlichen Artnamens afrikanischer Herkunft ist, denn er wurde in Amerika erst durch den Sklavenhandel eingeschleppt.

Der »Grubenwurm«

Arten der Gattung *Syngamus* leben als Schmarotzer in den Atemwegen von Vögeln und Säugetieren. *Syngamus trachea* ist ein häufiger Schmarotzer bei wilden und zahmen Hühnervögeln, Tauben, Krähen und Drosseln. Die Vögel stecken sich durch das Aufpicken von Wurmeiern an, die mit dem Kot befallener Tiere ins Freie gelangt sind. Falls ein Ei von einem ungeeigneten Wirt aufgenommen wird, zum Beispiel von einer Schnecke oder einem Regen-

wurm, kapseln sich die geschlüpften Larven in dessen Leibeshöhle ein und können dort ohne Weiterentwicklung jahrelang lebensfähig bleiben. Wird ihr Transportwirt dann von einem Vogel verzehrt, so setzen sie die Entwicklung fort.

Der Madenwurm

Ein vor allem bei Menschenkindern häufiger Fadenwurm ist der MADENWURM (*Enterobius vermicularis*), bei dem wir eine direkte Entwicklung ohne die sonst so häufigen Wanderungen beobachten. Die begatteten, eiertragenden Weibchen wandern nachts zum Darmausgang und legen ihre Eipakete in der Nähe des Anus ab. Der damit verbundene Juckreiz führt dazu, daß Kinder die Aftergegend berühren und sich die Hände verschmutzen; bei mangelnder Sauberkeit gelangen die Eier von den Händen direkt wieder in den Mund und in das Verdauungssystem. Sie können aber auch abfallen und eintrocknen. Dann sind sie so leicht, daß sie mit dem Staub aufgewirbelt, abgelagert und wiederum von einem spielenden Kind aufgenommen werden können.

Der Spulwurm

Der SPULWURM (*Ascaris lumbricoides*; GL 20–40 cm, Dicke 5 mm) gehört zu den leicht sichtbaren und auch am längsten bekannten Schmarotzern des Menschen. Die Geschlechtstiere leben im Dünndarm, wo das Weibchen Massen von Eiern hervorbringt, die mit dem Kot ins Freie kommen. Wo in Gegenden ohne Kanalisation der Senkgrubeneinhalt als Dünger auf die Salatköpfe gegossen wird, ist der Verbreitung der Spulwürmer Tür und Tor geöffnet. Nimmt man Spulwurmeier mit verunreinigtem Trinkwasser oder ungewaschenem rohem Gemüse oder Salat auf, so schlüpfen die Larven im Dünndarm. Sie bleiben aber nicht dort, obwohl es ihr späterer Lebensraum ist, sondern machen erst ihre Wanderung über den großen Blutkreislauf, die rechte Herzseite und die Lungenarterien durch; hier durchbrechen sie die Lungenwandung und gelangen in die Lungenbläschen. In den Bronchien und der Luftröhre vom Flimmerstrom getrieben, gelangen sie in den Schlund und – abgeschluckt – über die Speiseröhre und den Magen schließlich wieder in den Dünndarm, in dem sie zur Geschlechtsreife heranwachsen. Diese etwa sieben Wochen dauernde Reise ist für die Entwicklung der Larven unentbehrlich.

Der Medinawurm

Bei zahlreichen Wirbeltierschmarotzern findet im Laufe der Entwicklung ein Wirtswechsel statt. Fast stets sind die Zwischenwirte Wirbellose wie beim Medinawurm und den Filarien, selten sind sie Wirbeltiere. Der MEDINAWURM (*Dracunculus medinensis*; GL ♀ fast bis zu 1 m, Dicke nur 1,7 mm) ist ein im tropischen und subtropischen Bereich bekannter Schmarotzer des Menschen. Die Weibchen rufen besonders an den Beinen schmerzhafte Geschwüre hervor. Auf einen Kältereiz hin, wie er beim Baden oder beim Durchwaten eines Flusses auftritt, steckt das Weibchen das Vorderende aus dem Geschwür und entläßt große Mengen von Larven in das Wasser. Sie dringen in ihre Zwischenwirte – kleine Ruderfußkrebse (s. S. 456) – ein und werden dort nach zwei Häutungen übertragungsfähig. Wenn sie mit verunreinigtem Trinkwasser in ihren Endwirt Mensch gelangen, setzen sie ihre Entwicklung zum Geschlechtstier fort. Der ganze Entwicklungsablauf dauert etwa ein Jahr. Die Reaktion des Medinawurms auf den Kältereiz hat man schon im frühen Altertum zur Bekämpfung ausgenutzt. Geschickte

»Ärzte« klemmten das herausragende Vorderende in ein gespaltenes Stäbchen und wickelten das Tier unter vorsichtigem Herausziehen um den Stab. So ein Stöckchen mit dem darumgewickelten Fadenwurm ist wahrscheinlich das Urbild des Äskulapstabes, des Symbols der Heilkunst.

Die FILARIEN, die zu verschiedenen Fadenwurmgruppen, so auch zur Ordnung der SPIRURIDEN (Spirurida), gehören, galten noch bis vor kurzem als eine Geißel der Tropen. Bei ihnen sind blutsaugende Insekten die Zwischenwirte. Die erwachsenen Filarien leben im Lymphsystem des Menschen. Dort werden die Larven geboren (Mikrofilarien); sie wandern vom Lymphsystem in die Blutbahnen. Mit dem Blut werden sie von Stechmücken aufgenommen. Da sie im Blut des Mückendarms angereichert sind, muß man annehmen, daß sie der beim Stechen eingespritzte Mückenspeichel anlockt. Sie entwickeln sich in der Mücke weiter und gelangen, wenn ihr Zwischenwirt dann wieder einen Menschen sticht, in den Endwirt und lassen sich im Lymphsystem nieder. Dort, wo die Zwischenwirte nachts fliegende Mückenarten sind, sammeln sich die Mikrofilarien zur Nachtzeit, wenn der Mensch schläft, in den feinen Blutgefäßen der Haut. Tagsüber sind sie mehr im Körperinneren. Auf den polynesischen Tokelau-Inseln aber, auf denen die am Tage stechende Mücke *Stegomyia variegata* der Hauptüberträger ist, halten sich die Würmchen tagsüber im Blut der Hautgefäße auf. Dieses Verhalten der Filarien beruht nicht auf einem eigenen Zeitrhythmus, sondern wird durch die chemischen Veränderungen im Blut gesteuert, die der Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen hervorruft. Der Befall durch den HAARWURM *Wuchereria bancrofti* äußert sich in manchen Ländern in zwei bis fünf von hundert Fällen durch unförmige Anschwellungen (Elephantiasis) der Gliedmaßen oder des Hodensackes; andernorts fehlen merkwürdigerweise trotz häufigen Befalls diese furchtbaren Erscheinungsformen völlig.

Die TRICHINE (*Trichinella spiralis*; GL ♂ 1,4–1,6 mm, ♀ 3–4 mm; Abb. S. 301) ist dem Namen nach jedem bekannt, bei uns aber heute ein seltener Krankheitserreger. Das verdanken wir der 1877 für Preußen und 1937 für das ganze Deutsche Reich erlassenen Bestimmung, jedes geschlachtete Schwein der »Trichinenschau« zu unterwerfen. In den Vereinigten Staaten, in denen diese gesetzlichen Vorschriften noch nicht bestehen, ist die Trichinose des Menschen noch weit verbreitet: Man schätzt die Zahl der Trichinenträger in den USA auf etwa einundzwanzig Millionen und die in der übrigen Welt auf etwa sieben Millionen. Nach anderer Schätzung soll sogar fast jeder fünfte Bürger der USA Trichinenträger sein. Immerhin geht aus diesen Zahlen auch hervor, daß nicht jeder Befall zu gefährlicher Erkrankung führt. Die Trichinose wird durch den Genuß trichinenhaltigen rohen, geräucherten oder ungenügend durchgebratenen Fleisches übertragen; als Wirte der Trichine kommen daher nur Fleischesser in Frage. Unter ihnen ist die Trichine aber durchaus nicht wählerisch: Außer im Menschen lebt sie im Haus- und Wildschwein, in Fuchs, Dachs, Hund, Nerz, Katze und vor allem in Ratten; in der Urheimat der Trichine, im hohen Norden, sind Eisbär, Polarfuchs, Robbe und Walroß ihre Hauptwirte. Reine Pflanzenköstler bleiben von einer natürlichen Übertragung verschont; Wiederkäuer, Hase und Pferd unterliegen daher keiner Trichinenschau.

Die Trichine

Entwicklungsgang der Trichine

Die eingekapselt von einem der genannten Wirte im rohen Fleisch aufgenommenen Trichinenlarven werden durch die Verdauungssäfte des Magens frei und reifen innerhalb weniger Tage im Dünndarm heran. Hier paaren sich die Geschlechter, danach sterben die Männchen. Die Weibchen dagegen bohren sich in die Darmwand ein und gebären hier innerhalb weniger Wochen bis zu anderthalbtausend Larven. Aus den Lymphräumen des Darmes gelangen sie über den Brustgang in das Blutgefäßsystem. Ihr weiterer Weg folgt dem Blutstrom über die linke Herzseite, den Lungenkreislauf, die rechte Herzseite in den großen Körperkreislauf. Aus seinen quergestreiften Muskeln durchblutenden Gefäßen dringen sie zwischen die Muskelfasern ein und wachsen noch etwa sieben Wochen lang, ohne jedoch geschlechtsreif zu werden. Aber schon von der dritten Woche an beginnt das umgebende Wirtsgewebe, sie mit einer Kapsel (L 0,4 mm, ϕ 0,25 mm) zu umhüllen, die später verkalkt. Die in ihr aufgerollte Larve kann jahre- bis jahrzehntelang am Leben bleiben. Hausschweine erhalten ihre Trichinen vor allem durch Ratten, die in die Stallungen eindringen und hier von den Schweinen verzehrt werden. Die Ratten wiederum stecken sich durch den Verzehr toter Artgenossen an.

Trichinose

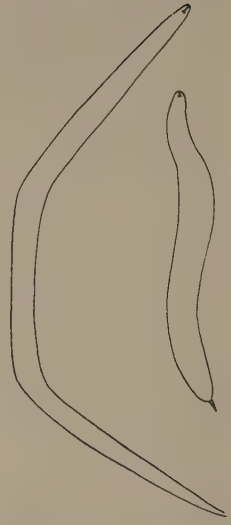
Dem Menschen droht die Gefahr der Trichinose nicht nur vom Schwein: Im Jahre 1898 starben die drei Teilnehmer der Nordpolexpedition André, als sie sich beim Gang über das Eis von Eisbären und Robben ernährten; noch im Jahre 1930 forderten geräucherte Eisbärenschinken von einem notgeschlachteten Zirkusbären in Stuttgart mehrere Todesopfer. Auch Notzeiten mit vermehrten Schwarzschlachtungen lassen die Trichinose wieder ansteigen. Die Krankheitserscheinungen der Trichinose entsprechen dem Entwicklungsgang der Trichine: Während die Weibchen sich in die Darmwand einbohren, treten schwere Darmerkrankungen auf; die Einwanderung der Larven in die Muskeln ruft in ihnen Steifheit und Schmerzen hervor, zu denen sich Kreislauf- und Stoffwechselstörungen gesellen. Im dritten Stadium schließlich herrschen Blutarmut, rheumatische Beschwerden und Wassersucht vor. Es kommt zu einem allgemeinen Kräfteverfall; er kann, wie auch schon die Erscheinungen der zweiten Stufe, zum Tode führen.

Über die Lebensdauer des einzelnen Fadenwurms sind wir nur ungenügend unterrichtet, weil die Tiere in ihrer natürlichen Umgebung so schwer zu beobachten sind. Im aktiven Zustand beträgt sie bei den meisten Arten nur einige Wochen, wobei Männchen oft kurzlebiger sind als Weibchen. Einige Bodenfadenwürmer bleiben drei und mehr Jahre am Leben, etliche Wirbeltierschmarotzer sogar zehn bis fünfzehn Jahre. Im Dauer- oder Ruhestadium, wie es besonders bei Schmarotzern zur Überbrückung von Wartezeiten häufiger vorkommt, können Fadenwürmer Jahrzehnte überdauern. Eingekapselte Trichinen wurden nach fünfundzwanzig bis dreißig Jahren noch lebend aus Muskeln des Menschen herauspräpariert, und von den Larven der zystenbildenden Pflanzenschmarotzer wissen wir, daß sie in der Zyste mindestens zehn Jahre lang ihre Ansteckungsfähigkeit behalten. Den Rekord hält bisher eine kleine Fadenwurmart (*Tylenchus polyhyphnus*); sie wurde lebend aus Roggenpflanzen isoliert, die nachweislich 39 Jahre in einem Herbarium trocken aufbewahrt waren.

Die Fadenwürmer gehören nicht zu den von Vererbungsforschern eingehend studierten und für Versuche viel benutzten Lebewesen. Nur der Spulwurm wurde vor etwa fünfzig Jahren sehr eingehend erforscht. Die Kernschleifen (Chromosomen) sind bei Fadenwürmern sehr klein und schwierig zu untersuchen. Von vielen Fadenwurmartensind Unterarten bekannt, die sich durch bestimmte, erblich festgelegte Eigenschaften von den typischen Tieren der Art unterscheiden. Manchmal sind es Körpermerkmale, oft aber auch Unterschiede in der Bevorzugung der Wirte, durch welche die Unterarten gekennzeichnet sind. Es ließ sich nachweisen, daß Unterarten oft durch die sprunghafte Veränderung einer oder mehrerer Erbanlagen (Mutation) entstehen. Selbst neue Arten sind in einigen Fällen offensichtlich durch einen einzigen Mutationsschritt entstanden, vor allem durch eine Vervielfachung des Kernschleifensatzes (Polyploidie). Vor kurzem wurde entdeckt, daß in den Keimblättern einiger Gurkengewächse Stoffe vorhanden sind, die bei Stengelälchen ein gehäuftes Auftreten von erblich veränderten Tieren (Mutanten) hervorrufen. Die Änderungen in der äußeren Gestalt waren oft so groß, daß kein Fachmann diese Formen als Stengelälchen erkennen konnte. Bemerkenswert ist, daß die Tiere sich untereinander durchaus als Stengelälchen erkannten und sich auch fruchtbar mit normalen Tieren kreuzten.

Wie schon erwähnt, gibt es kaum eine Stelle auf unserer Erde, an der keine Fadenwürmer leben. Sie brauchen nur etwas Feuchtigkeit, denn ohne einen dünnen Wasserfilm um den Körper ist für sie kein aktives Leben möglich. Die oberen Bodenschichten bis etwa zwanzig Zentimeter Tiefe sind am dichtesten von ihnen besiedelt. Sie ernähren sich von den faulenden Pflanzenstoffen des Bodens, aber auch von lebenden Pflanzenzellen, die sie mit Hilfe ihres Mundstachels anbohren. Einige Erdnematoden machen Jagd auf andere Fadenwürmer und sonstige kleinste Bodenbewohner. In größerer Tiefe nimmt die Häufigkeit der Fadenwürmer schnell ab. Der Luftraum und das freie Wasser großer Seen und Meere bieten ihnen keine Lebens- und Vermehrungsmöglichkeiten. Natürlich werden sie vom Wind oder von fliegenden Vögeln und Insekten durch die Luft getragen und vom Wasser mitgenommen; aber sie können sich dort nicht halten. Trotz ihrer überwältigenden Häufigkeit sind wir über die Verbreitung einzelner Gruppen oder gar Arten nur sehr unvollständig unterrichtet. Selbst in modernen Lehrbüchern der Tiergeographie findet man — wenn überhaupt — nur sehr spärliche Angaben. Am besten wissen wir noch über die Vorkommen der wichtigen Schmarotzer im Menschen Bescheid.

So sind einige Filarien, wie die WANDERFILARIE (*Loa loa*) und *Dipetalonema streptocerca*, nur auf Afrika beschränkt. Auch der Medinawurm kommt hauptsächlich in Afrika und Arabien vor, herdweise auch noch in Vorderasien und Indien. In der Zeit zwischen dem 16. und 19. Jahrhundert sind durch den Sklavenhandel mehrere Filarienarten nach Amerika eingeschleppt worden und haben sich in Mittel- und Südamerika einige Zeit gehalten. Im Gegensatz dazu kommt der ebenfalls zu den Filarien gehörende HAARWURM (*Wuchereria bancrofti*) in fast allen tropischen und subtropischen Bereichen zwischen dem 30. Grad nördlicher und dem 30. Grad südlicher Breite vor. Die Ursprungsgebiete pflanzenschädlicher Fadenwürmer sind



Die Mutanten des Stengelälchens (rechts) weichen in ihrer Gestalt oft sehr stark von der Normalform (links) ab.

schwer zu ermitteln, da der Reiseverkehr und der weltweite Transport von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen zu Verschleppungen großen Ausmaßes führt. Am wenigsten davon beeinflusst wurden die frei im Boden oder am Grunde der Gewässer lebenden Formen; doch gerade diese Arten sind noch sehr wenig untersucht. Die meisten Arten scheinen nicht weltweit verbreitet zu sein, sondern nur ein begrenztes Gebiet zu bewohnen. Noch weitgehend unbekannt sind die Bedingungen, die zu der jetzt vorhandenen natürlichen Verbreitung geführt haben. Die wichtigsten Umstände sind sicher Klima und Nahrung; daneben können aber auch erdgeschichtliche Entwicklungen eine Rolle spielen. So gibt es zum Beispiel eine Fadenwurm-gattung (*Ohridia*), die nur im Ochridsee (Jugoslawien) vorkommt. Es handelt sich wahrscheinlich um den Restbestand einer im Pliozän (vor etwa sechs Millionen Jahren) weitverbreiteten Form, die nach den geologischen Veränderungen an der Erdoberfläche in dem sehr tiefen Ochridsee eine Zufluchtsstätte fand, während sie sonst überall ausgestorben ist.

Die Anzahl der zur Zeit existierenden Fadenwurmart ist nicht bekannt. Knapp fünfzehntausend Arten wurden bisher beschrieben; aber man schätzt, daß es insgesamt mindestens eine halbe Million Arten gibt. Das Mißverhältnis dieser Zahlen deutet an, wie unzureichend unsere Kenntnisse über die Fadenwürmer heute noch sind. Jährlich werden etwa zweihundertfünfzig neue Arten beschrieben. Über die Abstammung der Fadenwürmer, ihre Stellung im Tierreich und ihre Einteilung in größere Gruppen gibt es immer noch verschiedene Auffassungen. Da außer einigen Bernsteineinschlüssen fossile Funde fehlen, aus denen man das Aussehen ursprünglicher Formen oder gar eines Urfadenwurms ermitteln könnte, kann man nur von der Vielfalt der jetzt lebenden Arten ausgehen. Je nach der Bewertung bestimmter Merkmale kommt man zu unterschiedlichen Eingruppierungen. Die in der Systematischen Übersicht wiedergegebene Einteilung beruht auf dem System der Fadenwürmer, das der belgische Nematologe L. de Coninck im Jahre 1965 aufgestellt hat; dabei haben wir hier nur einige häufigere Gattungen genannt.

Klasse
Saitenwürmer
von P. Rietschel

Die SAITENWÜRMER (Klasse Nematomorpha; Abb. S. 316) verdanken ihren deutschen und wissenschaftlichen Namen ihrer Gestalt: Als harte, fadenförmige, vielfach gewundene und aufgerollte Würmer (KL bis 80 cm, ϕ bis 1 mm) finden wir sie nicht selten in großer Zahl in seichten Gewässern, ja selbst in Brunnentrögen und vergänglichen Pfützen. Die Engländer nennen sie ebenfalls nach ihrer Gestalt »horsehair worms« (Pferdehaarwürmer). Im Volksmund heißen diese scheinbar aus dem Wasser erzeugten Tiere »Wasserkälber«. Tatsächlich muß dem Naturbeobachter auffallen, daß er in diesen Gewässern nur ausgewachsene Tiere antrifft. Dieses Rätsel löste sich, als man entdeckte, daß die gesamte Entwicklung von der Junglarve bis zum ausgewachsenen Wurm in Insekten und bei den im Meer lebenden Arten in Krebsen stattfindet. Der fertige Wurm nimmt keine Nahrung mehr zu sich. Mund und Darm sind bei ihm zwar noch vorhanden, aber weithin geschlossen. So ist die unechte Leibeshöhle von den Fortpflanzungsorganen erfüllt; in die freien Räume zwischen ihnen ist reichlich lockeres Bindegewebe gela-

BAU UND ENTWICKLUNG DER BONELLIA (STAMM IGELOWÜRMER)

1 Vorgeschlechtliche Larve

Vollständig bewimpert, dazu vorderer und hinterer Wimperkranz, zwei Augen, Darm noch ohne Mund und After.

2 Weibliche Larve

Bewimpert nur noch der Vorderabschnitt (künftiger Rüssel), Darm mit Mund und After, bauchseitig ein Borstenpaar, vorn ein Paar Protonephridien (geschlossen durch die Wimperflammenzelle), hinten zwei Paar Metanephridien (offen mit Trichter in die Leibeshöhle mündend).

3 Reifes Weibchen

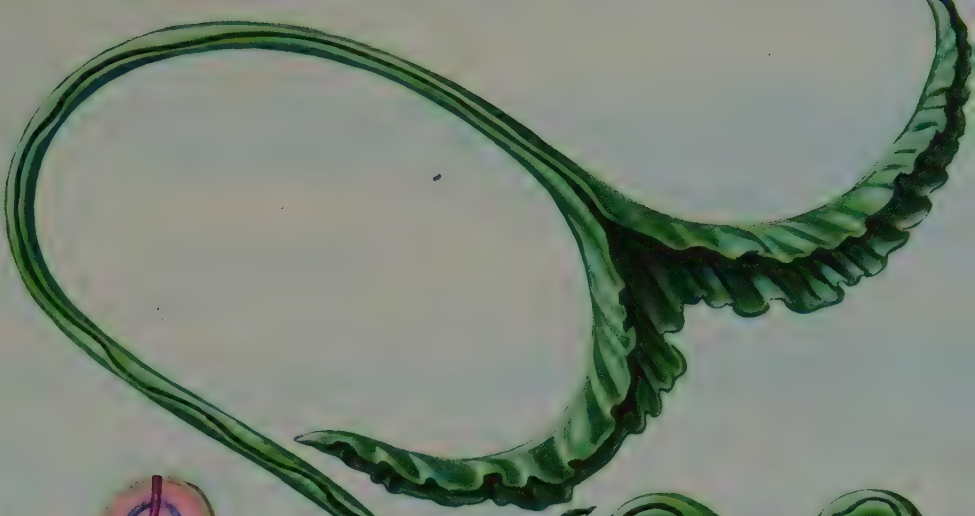
3a von außen, etwa natürliche Größe, Rüssel zweilappig mit bauchseitiger Rinne bis zur Mundöffnung, an ihm angeheftet drei Männchen. Körper mit Hautwarzen (Papillen), hinter dem Mund ein Borstenpaar, dahinter die Geschlechtsöffnung, am hinteren Pol der After. 3b Körper rückenseitig geöffnet: Hautmuskelschlauch, darin mit eigener Wandung die Leibeshöhle (das Coelom), in ihr der sehr lange, gewundene, an Fasern aufgehängte Darm, der Mitteldarm von einem Nebendarm begleitet, der sich in ihn vorn und hinten öffnet. Ausscheidungsorgane sind zwei nahe dem After in den Enddarm einmündende Schläuche mit vielen zur Leibeshöhle offenen Trichtern (Metanephridien). In der Mitte die vom Darm umwundene Gebärmutter. 3c der Körper nach Entfernung des Mitteldarms und des rechten Ausscheidungsorgans. In der Mittellinie bauchseitig mit der Körperwand ver-

bunden der Eierstock; er entleert seine Eier in die Leibeshöhle. Gebärmutter mündet unterhalb des Mundes nach außen und durch einen Trichter in die Leibeshöhle; durch ihn nimmt sie die Eier auf. Im Vorderabschnitt der Gebärmutter halten sich die reifen Männchen auf und besamen die Eier; im Hinterabschnitt der Gebärmutter (hier mit drei Anschwellungen) entwickeln sich die vorgeschlechtlichen Larven (1).

4 Reifes Männchen

Körper (KL 1–3 mm) noch vollständig bewimpert (wie in 1), ohne Mund und After, nur Mitteldarm, Vorderdarm zum Samenschlauch mit Trichter umgewandelt, dieser zur Leibeshöhle geöffnet, in ihr die Samenreifung. Diese »Zwergmännchen« entstehen aus vorgeschlechtlichen Larven nur nach Anheftung an einen Weibchenrüssel, Einwanderung in den Vorderdarm und nach der Reifung in die Geschlechtsöffnung.

Farbgebung 1, 2, 3b, 3c und 4 wie die Abbildungen auf Seite 316, und zwar: Grau = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenblau = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem, Grün = Ausscheidungsorgane, Weiß = Parenchym, Rotbraun = Blutgefäße.



1



4



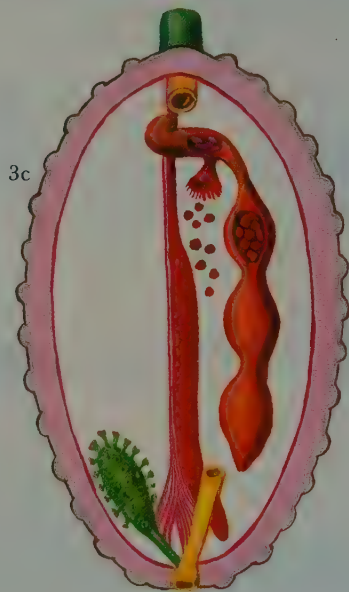
3a



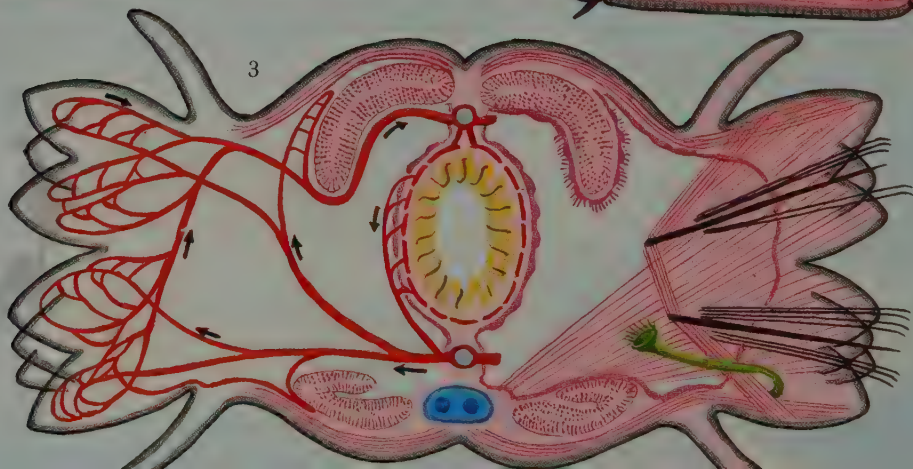
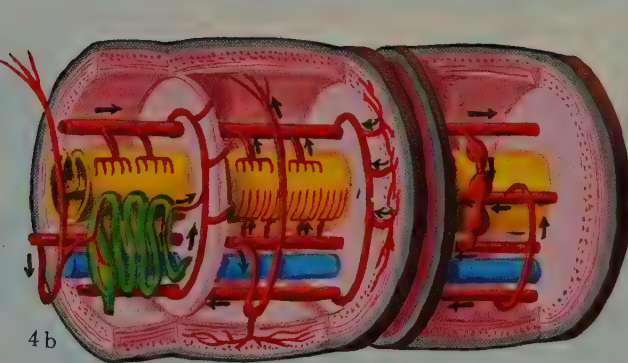
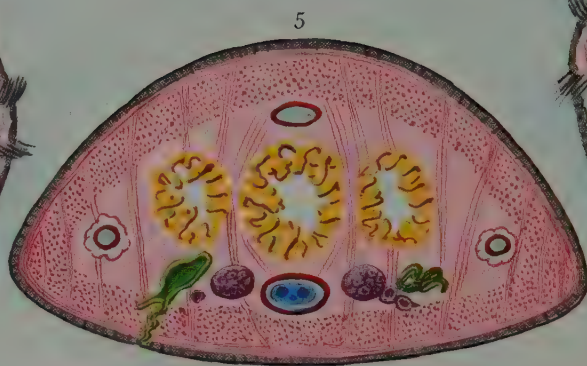
3b



2



3c



ENTWICKLUNG UND BAUPLÄNE DER GLIEDERWÜRMER

1 Die Larve

1a Trochophoralarve in Seitenansicht mit zwei Wimperkränzen, dem oberen »Prototroch« und dem unteren »Metatroch«. Über dem Prototroch die »Episphäre« mit Scheitelplatte und Wimperschopf (Sinnesorgan) wird zum Kopflappen, unter dem Prototroch die »Hyposphäre« mit Mund, Darm, After, Ausscheidungsorganen (Protonephridien) und den Bildungszellen des mittleren Keimblattes (des Mesoderms) wird zum ganzen übrigen Wurm. 1b Metatrochophoralarve von vorn: aus den Bildungszellen des Mesoderms ist das mittlere Keimblatt als Wandung von drei Leibeshöhlenpaaren entstanden, dahinter die Bildungszone für weitere Leibeshöhlen. Die ersten Glieder (larvale Segmente, Deutometameren) entstehen gleichzeitig, die dahinter knospenden weiteren Glieder (postlarvale Segmente, Tritometameren) dagegen nacheinander. Die Glieder mit Leibeshöhle haben als Ausscheidungsorgane »Metanephridien« mit zur Leibeshöhle offenem Trichter.

2 Bauplan eines Gliederwurmes (Stamm Annelida; s. S. 362)

Von links, teilweise angeschnitten: Links der Kopflappen (das Prostomium) ohne Leibeshöhlen, entsteht aus der Episphäre der Trochophoralarve, mit Gehirn, Tastern und am Grunde dem Mund. Die folgenden Ringe (Segmente) mit Leibeshöhle, die völlig vom mittleren Keimblatt ausgekleidet ist (auch auf dem hier gelb dargestellten Darm, in den Anschnitten die schmale rote Linie). Die Ausscheidungsorgane (Metanephridien) erstrecken sich über zwei Körperringe mit dem Trichter im vorderen und der Mündung nach außen im hinteren, von Blutgefäßen nur das Rücken- und das Bauchgefäß eingezeichnet, »Strickleiter-Nervensystem« mit einem Nervenknotenpaar je Segment; Abschluß hinten durch den Afterring (das Pygidium) ohne eigene Nervenknoten und ohne Leibeshöhle, daher wie der Kopflappen kein echtes Segment.

3 Vielborster (Klasse Polychaeta; s. S. 363)

Querschnitt: Beiderseits des Körpers die mit oberen und unteren Tastfäden (Cirren) besetzten, zweiästigen »Borstenfüße« (Parapodien), noch ungegliederte Vorläufer der gegliederten und gelenkigen Gliedmaßen der Gliederfüßer; links die Gefäße mit der Richtung des Blutstroms (das der Atmung dienende Gefäßnetz

oft in den Borstenfüßen ansitzenden Kiemenblättchen); rechts die Borsten und die Bewegungsmuskeln; der Hautmuskelschlauch (außen Ring-, innen Längsmuskeln) in Muskelbündel aufgelöst.

4 Wenigborster (Ordnung Oligochaeta; s. S. 371)

4a Querschnitt durch einen Regenwurm (s. S. 379): Keine Borstenfüße (Parapodien), aber die Borsten noch in vier Gruppen angeordnet. Hautmuskelschlauch vollständig, Leibeshöhle durch Rückenpore oben offen, dazu Verbindung nach außen durch die Ausscheidungsorgane (Metanephridien); Darmwandung mit Längsfalte (Typhlosolis, größere Oberfläche bedeutet größere Aufnahmefähigkeit). 4b Blockmodell des Blutgefäßsystems des Regenwurms (ausnahmsweise hier das Vorderende nach rechts, das Hinterende nach links gerichtet); Blutstrom im Rückengefäß von hinten nach vorn, im Bauchgefäß von vorn nach hinten, ebenso bei allen Gliedertieren. Querverbindung dieser Gefäße: rechts mit pulsenden Abschnitten (Herzen); links mit Abzweigungen zum Hautmuskelschlauch, in der Mitte mit Zweigen von diesem zurück.

5 Egel (Ordnung Hirudinea; s. S. 383)

Querschnitt durch einen Blutegel (vgl. S. 385): Starker Hautmuskelschlauch, aber weitgehender Schwund der Leibeshöhle; ihre Reste ersetzen das bei den Kiefer- und den Schlundegeln völlig rückgebildete Blutgefäßsystem. Raum innerhalb des Hautmuskelschlauchs um die Organe herum (so um den Darm in der Mitte und seine seitlichen Blindsäcke) von Füllgewebe (Parenchym ähnlich dem der Plattwürmer) erfüllt und von Muskeln durchsetzt. Ausscheidungsorgane (Metanephridien) durch die Rückbildung der Leibeshöhle am Trichterende stark abgewandelt, aber noch mit Harnblase und Ausführungsgang. Bauchmark in einem »Blutgefäß« (der einstigen Leibeshöhle).

Schematische Farbgebung wie in den bisherigen Abbildungen der Baupläne (vgl. S. 316), und zwar: Grau = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenblau = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem, Grün = Ausscheidungsorgane, Weiß = Parenchym, Rotbraun = Blutgefäße.

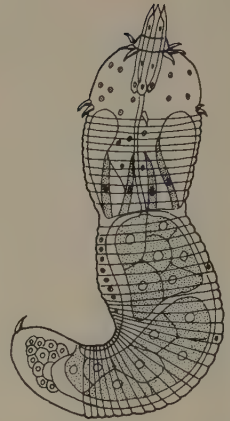
gert. Ausscheidungsorgane sind nicht vorhanden, das Nervensystem besteht aus dem Schlundring und dem Bauchstrang.

Die Entwicklung der Saitenwürmer beginnt im freien Wasser, in das das Weibchen die Millionenzahl seiner Eier in Haufen oder Schnüren ablegt. Ihnen entschlüpfen eigenartige Larven, die noch nicht einmal ein zehntel Millimeter lang sind. Am Vorderende tragen sie einen ausstülpbaren Rüssel, der mit drei Dolchen und dahinter mit drei Hakenkränzen bewehrt ist. Diese Lärven können sich nur in einem größeren Insekt zum reifen Wurm entwickeln; der Weg in diesen Endwirt ist recht verschieden. Am kürzesten ist er, wenn es dem Lärven gelingt, sich in die dünnen Gelenkhäute einer Gelbrandkäferlarve einzubohren. Mit größerer Wahrscheinlichkeit aber gerät die Larve in eine Mückenlarve oder in eine Kaulquappe. Auch hier besteht für sie noch die Aussicht, mit diesem Erstwirt schließlich in eine Gelbrandkäferlarve oder in einen fertigen Gelbrandkäfer zu gelangen; doch sie muß sich dann durch seine Darmwand in die Leibeshöhle durchbohren. Beim Eintrocknen ihres Geburtsgewässers können sich die Lärven mit einer Hülle umgeben; sie haben nun noch immer eine geringe Aussicht, mit der Nahrung in ein Landinsekt oder in einen Tausendfüßer zu kommen. Im einzelnen sind diese Wege noch wenig bekannt; aber nicht selten sind größere Landinsekten mit pflanzlicher Nahrung (Feldheuschrecken) wie auch solche mit tierlicher Nahrung (Laubheuschrecken, Laufkäfer, Fangschrecken) die Endwirte.

Sofern die Saitenwürmer in Wasserinsekten heranwachsen, gelangen die den Wirten entschlüpfenden reifen Würmer ohne Zutun wieder in das nasse Element. Anders die Schmarotzer in Landtieren: Sie veranlassen auf noch ungeklärte Weise ihren Wirt, das Wasser aufzusuchen und verlassen ihn dann in ihm. Damit wandeln sie die Triebe ihres Wirtes in eine für die eigene Entwicklung vorteilhafte Richtung — ein Vorgang, der an den Triebwandel der von den Larven des Kleinen Leberegels befallenen Ameisen erinnert (s. S. 297).

Man kennt bisher über zweihundert Arten der Saitenwürmer, überwiegend aus der Überfamilie der GORDIOIDEN (Gordioidea). Ihre Larven schmarotzen in Insekten: die des WASSERKALBES (*Gordius aquaticus*) in Wasserkäfern der Gelbrandfamilie, die Larven von *Gordius dectici* in Laubheuschrecken, vor allem dem Warzenbeißer, und die Larven von *Parachordodes tolosanus* in Laufkäfern. Die wenigen Meeressaitenwürmer der Gattung *Nectonema*, die allein die Überfamilie der NECTONEMATOIDEN (Nectonematoidea) darstellen, entwickeln sich in Garnelen und Einsiedlerkrebsen.

Die HAKENRÜSSLER (Klasse Kinorhyncha; KL bis 1 mm; Abb. S. 316) sind kleine Meeresbodenbewohner; ihr Oberhäutchen gliedert sie äußerlich in dreizehn Ringe (Zonite), deren erster den »Kopf« und deren zweiter den »Hals« bildet. Die alle Abschnitte durchziehende Leibeshöhle ist ungegliedert. Das Gehirn bildet einen Schlundring wie bei den Fadenwürmern; von ihm zieht ein Bauchnervenstrang nach hinten, der in jedem zweiten Zonit einen Nervenknotten bildet. Der Strang zwischen je zwei Nervenknotten enthält nur Nervenfasern. Der Ausscheidung dienen paarige Protonephridien. Der

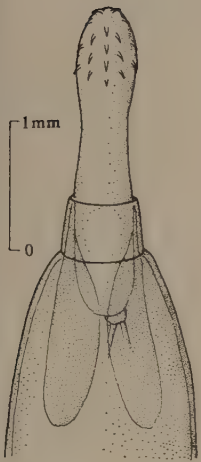


Larve eines Saitenwurms (*Gordius*): vorne die drei Stilette, dahinter der Ausführgang der Giftdrüse, neben ihm die Rückziehmuskeln des Rüssels (punktiert). In der hinteren Körperhälfte vorne die Giftdrüse, dahinter der vorne geschlossene Mitteldarm.

Klasse
Hakenrüßler
von P. Rietschel

Schlund und der Mitteldarm sind denen der Fadenwürmer ähnlich. Die Frühentwicklung der Hakenrüssler könnte vielleicht Aufschluß über ihre verwandtschaftliche Stellung geben; aber leider ist sie bis jetzt nicht bekannt. Die jungen Larven sind noch ungegliedert; mit der Zahl ihrer Häutungen gliedern sie sich und vermehren die Zahl ihrer Zonite. Als »Segmente« sollte man diese Glieder aber nicht bezeichnen, da sie nicht den Segmenten der Gliedertiere entsprechen. Von den etwa hundert Arten leben einige auch in den europäischen Meeren.

Klasse
Kratzer
von P. Rietschel



Vorderende des Kratzers
Acanthocephalus lucii (L
12 mm). Vorne der haken-
bewehrte Rüssel, dahinter
die beiden Lemnicken.

Die Klasse der KRATZER (Acanthocephala; Abb. S. 316) umfaßt etwa vierhundert schmarotzende Arten. Ihre Larven leben in Wirbellosen, die Erwachsenen aber im Darm von Wirbeltieren. Mit den übrigen Schlauchwürmern verbinden sie nur sehr allgemeine Merkmale, so die wurmförmige Gestalt, die getrennten Geschlechter, der Besitz eines Oberhäutchens und die Entstehung der Leibeshöhle. Sie werden daher vielfach als selbständiger Tierstamm betrachtet. Mit den Rädertieren und den Fadenwürmern haben sie die Zellkonstanz (s. S. 324) und die Verschmelzung der Zellen zu Synzytien (s. S. 327) gemein. Der mit regelmäßig angeordneten Widerhaken versehene Rüssel erinnert an den Kopf der Bandwürmer mit seinen Hakenkränzen; er ist gleichfalls eine Vorrichtung zur Festheftung an der Wand des Wirtsdarmes.

Auch in der Ernährungsweise nähern sich die Kratzer den Bandwürmern: Wie bei ihnen unterbleibt die Bildung eines Darmes völlig. Die von den Verdauungsfermenten des Wirtes bereits aufgeschlossene Nahrung wird durch die Haut aufgenommen. Sie freilich ist ganz anders gebaut als die Haut der Bandwürmer: Ihre Zellen vereinigen sich zu einem Synzytium (s. S. 327), das von einem Hohlraumsystem durchzogen wird. Durch diese »Lakunen« wird die Körperflüssigkeit mit den durch die Haut aufgenommenen Nährstoffen im Körper verteilt. Am Ende des Halsabschnittes des Rüssels bildet die Haut zwei oder auch mehr Fortsätze (Lemnicken). Sie ragen weit in die Leibeshöhle hinein und sind auch von Lakunen durchzogen. So gelangt die Nährlösung über sie in die Leibeshöhle und zu deren Organen, vor allem denen der Fortpflanzung.

Wie alle Schmarotzer, so müssen auch die Kratzer die geringe Aussicht des Einzeltiers, den geeigneten Wirt zu erreichen, durch eine hohe Zahl von Nachkommen ausgleichen. Mindestens die großen Arten unter ihnen zählen deshalb zu den vielfachen »Eiermillionären« (s. S. 300). Die Fortpflanzungsorgane münden in beiden Geschlechtern am Hinterende. Das Männchen besitzt hier eine ausstülpbare Tasche, an deren Grund sich ein Schlauch mit einem kurzen Geschlechtsglied befindet. Der Schlauch enthält den Samenleiter, die Kanäle der Ausscheidungsorgane und die Ausführungsgänge von Haftdrüsen, mit deren Haftstoff das Männchen sich bei der Begattung dem Weibchen anheftet.

Sehr eigenartig sind die Fortpflanzungsorgane der weiblichen Kratzer gebaut. Bereits früh in der Entwicklung lösen sich die Eierstöcke auf, so daß ihre Ureizellen in Haufen in zwei große, den Körper durchziehende Säcke gelangen. Die Gebärmutter besitzt eine aus vier Zellpaaren gebildete Sortiervorrichtung, durch die nur die reifen, schlank spindelförmigen, bereits be-

samen und mit Schale versehenen Eier nach außen gelangen. Die unreifen, rundlichen und noch unbeschalten Eier dagegen wandern wieder in den Sack zurück.

Die Kratzer sind auch in unserer heimischen Tierwelt keine Seltenheit. Als Vertreter der altertümlichsten Ordnung der ARCHIACANTHOCEPHALA und zugleich als wahre Riesen leben im Darm des Schweines die RIESENKRATZER (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*; KL bis 65 cm). Ihre Larven entwickeln sich in den Larven von Blatthornkäfern (den Engerlingen der Mai-, Juni- und Rosenkäfer). Sie überdauern hier auch die Verpuppung und die Verwandlung zum flugfähigen Käfer, der für ihre Ausbreitung sorgt. Im Boden wühlende Schweine verzehren die von den Larven befallenen Engerlinge; auch Raubtiere und Affen, die Kerbtiernahrung nicht verschmähen, beherbergen manchmal den Riesenkratzer. Gelegentlich gelangt er sogar auf noch ungeklärte Weise in den Darm des Menschen. Auch eine kleinere Art, *Moniliformis moniliformis* (KL bis 11 cm), ein Darmschmarotzer der Nager, wird zuweilen im Menschen angetroffen. Ihre Larve entwickelt sich in verschiedenen Käfern und Schaben.

Häufiger sind bei uns Arten aus der Ordnung der PALAEACANTHOCEPHALA. Im Entendarm trifft man zwei Arten an: *Polymorphus boschadis* (KL bis 2,5 mm) und *Filicollis anatis* (KL bis 3 cm). Die Larven der ersten Art entwickeln sich in Flohkrebse, die der zweiten in Wasserasseln. Man erkennt die befallenen Krebschen leicht an dem Orangerot der Schmarotzerlarve, das durch die Körperwand durchschimmert. Ist die Larvenentwicklung abgeschlossen, so kapselt sich die »Jugendform« mit eingestülptem Rüssel in ihre letzte Larvenhaut ein. Zwischen dem Schmarotzer und seiner Kapsel sammeln sich die Abfallstoffe; das mindert zwar eine Schädigung des Wirtes, behebt sie aber nicht ganz. Die meisten von *Polymorphus*-Larven befallenen Flohkrebse haben rückgebildete Keimdrüsen und sind daher unfruchtbar.

Außer im Entendarm trifft man Kratzer sehr oft im Fischdarm an, so den EDELFISCHKRATZER (*Echinorhynchus truttae*; KL bis 2 cm) bei Forellen und bei Felchen. Auch seine Larven wachsen in Flohkrebse heran. Andere Arten der gleichen Gattung sowie der Gattung *Pomphorhynchus* sind häufige Schmarotzer im Darm der Barbe.

Elftes Kapitel

Priapswürmer, Spritzwürmer und Igelwürmer

Stamm
Priapswürmer
von P. Rietschel

In diesem Kapitel fassen wir nicht weniger als drei Tierstämme zusammen, die vor noch nicht gar so langer Zeit in der Klasse der Sternwürmer (Gephyrea) vereinigt wurden. Der wissenschaftliche Name Gephyrea bedeutet »Brückentiere«. Man sah in diesen Tieren nämlich eine verwandtschaftliche Brücke zwischen den als »Würmer« bezeichneten Tierstämmen (s. S. 361) und den zu den Stachelhäutern gehörenden Seewalzen (s. Band III, S. 305). Heute hingegen wissen wir, daß diese drei Stämme der Priapswürmer, Spritzwürmer und Igelwürmer nicht miteinander verwandt sind und auch keine Brücke von den »Würmern« zu den Stachelhäutern schlagen. Man hat hier äußere Ähnlichkeiten als Zeichen stammesgeschichtlicher Verwandtschaft mißdeutet. Als Tierstamm hat jede dieser artenarmen Gruppen den gleichen Rang wie zum Beispiel die so artenreichen Gliederfüßer (s. S. 397 und Band II), Weichtiere (s. Band III) und Rückenmarktiere einschließlich der Wirbeltiere und des Menschen (s. Band III, S. 415 bis Band XIII).

Wir kennen lediglich vier Arten von PRIAPSWÜRMERN (Stamm Priapulida); aber gerade sie haben den Zoologen schon viel Kopfzerbrechen verursacht. Es sind meist nur wenige Zentimeter lange, walzenförmige Würmer, die wie die Hakenrüßler (s. S. 354) und die Kratzer (s. S. 355) einen einstülpbaren Rüssel an ihrem Vorderende tragen. Sie leben im Schlamm der kälteren Meere und bewegen sich hier durch abwechselndes Strecken und Zusammenziehen ihres Körpers und durch Vorstrecken und Einziehen des Rüssels. So jagen die Priapswürmer niedere Meerestiere (Gliederwürmer, Krebse, Schlangensterne und Muscheln), die am gleichen Ort leben; sie erwischen und verschlingen aber auch gelegentlich ihre Artgenossen.

Die Priapswürmer besitzen eine einheitliche Leibeshöhle. Über ihre Entstehung ist nichts bekannt, da die Frühentwicklung der Larven noch unerforscht ist. Die Forscher, die den Hohlraum für eine echte »sekundäre Leibeshöhle« (Coelom) halten, stellen die Priapswürmer in die Nähe der Spritzwürmer (Sipunculida, s. S. 358). Nun ist ihre Leibeshöhle aber nicht mit einer Zellschicht, sondern nur mit einem Häutchen ausgekleidet; das spricht dafür, sie als eine ursprüngliche (primäre) Leibeshöhle anzusehen. Man stellt die Priapswürmer daher besser in die Nähe des Stammes der Schlauchwürmer (s. S. 324). Der bestachelte, vorstreckbare und rückziehbare Rüssel ist freilich noch kein Hinweis auf die nähere Verwandtschaft mit den zu den Schlauchwürmern zählenden Hakenrüßlern oder den Kratzern. So betrachtet



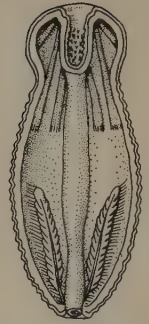
Der Einschwänzige Priapswurm von der Bauchseite.

man die Priapswürmer am besten als einen selbständigen Stamm, auch wenn seine Artenzahl hinter der aller übrigen Tierstämme weit zurücksteht.

Eigenartig ist die Verbreitung des EINSCHWÄNZIGEN PRIAPSWURMES (*Priapulius caudatus*; KL 8–20 cm). Er bewohnt einerseits den nördlichen Atlantik, die Nordsee und die westliche Ostsee; andererseits aber auch die kühlen Gewässer um die Antarktis; in den dazwischenliegenden warmen Gewässern fehlt er. Für eine solche Verbreitung, die auch für wenige andere Arten zutrifft, gibt es zwei Erklärungen: Die Art kann vordem auch die dazwischenliegenden Breiten bewohnt haben und mag, als ihr dieser Gürtel zu warm wurde, aus ihm verschwunden sein. Danach wird das heutige Verbreitungsgebiet als Überbleibsel (Relikt) eines einst größeren Verbreitungsraumes betrachtet. Im Gegensatz dazu hat bereits Charles Darwin angenommen, daß der warme Klimagürtel, der heute die beiden Verbreitungsgebiete trennt, zuvor einmal wenigstens für kurze Zeit kälter war und daher von der Art durchwandert werden konnte. So vermochte sie die klimatisch gleiche Zone der anderen Erdhälfte zu besiedeln. Die beste Gelegenheit hierfür bot die zweite Eiszeit (Mindel-Eiszeit; vor etwa 450 000 Jahren). Dieser »Migrationshypothese« (Migration = Wanderung) wird heute die größere Wahrscheinlichkeit eingeräumt.

Im Stamm der SPRITZWÜRMER (Sipunculida) begegnen wir erstmals Tieren, deren Leibeshöhle mit einer eigenen Zellschicht ausgekleidet ist. Sie trägt hier einen Wimperbesatz. In ihrer Entwicklung gleicht diese Leibeshöhle dem Coelom (s. S. 362) der Gliederwürmer und der Weichtiere. Allerdings läßt sie so wenig wie irgendein anderes Organ auch nur Andeutungen einer Abschnittsbildung (Segmentbildung) erkennen, wie sie für die Gliederwürmer so bezeichnend ist. Als Erwachsene graben die Spritzwürmer im Meeresboden. Ihre Larven sind wie die der Gliederwürmer Trochophoralarven (Abb. S. 352). So nimmt man an, daß die ungegliederten Spritzwürmer mit den Gliederwürmern gemeinsame Ahnen haben und daß die Gliederwürmer erst nach der Trennung der beiden Stammesäste die Gliederung erwarben, während die Spritzwürmer weiterhin ungegliedert blieben.

Der zylinderförmige Körper der Spritzwürmer trägt einen einstülpbaren Rüssel mit endständigem, von Fühlern umgebenem Mund. Von ihm zieht der Darm anfangs gerade, dann aber schraubig nach hinten und danach ebenso gewunden nach vorn zu dem am Rüsselgrund gelegenen After. Das Nervensystem besteht aus einem Gehirn, einem Schlundring und einem bauchseitig nach hinten ziehenden Markstrang, von dem Nerven zu dem kräftigen Hautmuskelschlauch führen. Abfälle des Stoffwechsels werden aus der Leibeshöhle durch Nierenkanäle (Metanephridien) entleert, die sich sowohl zur Leibeshöhle als auch nach außen öffnen. Durch sie gelangen ferner die Keimzellen nach außen. Auch Zellen, die zur Auskleidung der Leibeshöhle gehören, speichern diese Abfälle und machen sie damit unschädlich. Andere Zellen der Auskleidung – mit Wimpern besetzte »Urnen« – lösen sich ab, schwimmen nun frei in der Leibeshöhlenflüssigkeit und tragen eingedrungene Fremdkörper zu den Nierenöffnungen; sie sorgen durch ihr Strudeln für eine ständige Bewegung der Flüssigkeit.



Bau des Priapswurmes *Hallicryptus spinulosus*. Vorderkörper (eingekehrt) mit Rückziehmuskeln, Darmkanal gerade, neben ihm die an einem Band (Mesenterium) aufgehängten Organe, die in sich Harnorgane (Protonephridien) und Keimdrüsen vereinigen.

Stamm
Spritzwürmer
von P. Rietschel



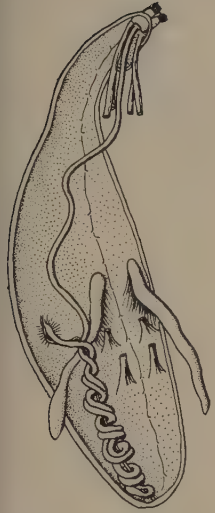
Einschwänziger Priapswurm (*Priapulius caudatus*).



»Urne« aus der Leibeshöhlenflüssigkeit des Spritzwurmes *Phascolosoma granulatum*, mit Abfallstoffen beladen.

Von dem Vierteltausend der heute lebenden Arten trifft man einige in europäischen Meeren an, so *Sipunculus nudus* (KL 25 cm; Abb. S. 302) sowie Arten der Gattungen *Phascolosoma* und *Golfingia* (KL nur wenige Zentimeter). Der größte Spritzwurm, *Siphonomecus multicinctus*, erreicht sogar Halbmeterlänge. Ein indonesischer Spritzwurm, *Phascolosoma lurco* (KL 6 cm), hat sich das Festland erobert, wo er erwachsen die Schlammböden der Mangrove besiedelt und Luft atmet. Seine Larve freilich bleibt auf das Leben im Meer angewiesen.

Stamm
Igelwürmer
von P. Rietschel



Innerer Bau des Spritzwurmes *Phascolosoma granulatum*: die vier Rückziehmuskeln des Vorderendes in der Mitte abgeschnitten, der Darm hinten schraubig um den Spindelmuskel gewunden, daneben die Ausscheidungsorgane (Metanephridien). Am Vorderende über dem Darm das Gehirn, bauchseitig zwischen den vier Muskelansätzen durchziehend der Längsnervstrang.

Manche Gemeinsamkeiten mit den Spritzwürmern zeigt der Stamm der Igelwürmer (Echiurida; Abb. S. 351): Meerestiere von wurmförmiger Gestalt, die am Vorderende einen Rüssel tragen. Im Gegensatz zu dem der Spritzwürmer ist dieser Rüssel aber nicht einziehbar, doch er kann langgestreckt und verkürzt werden und in ausgedehntem Zustand bei manchen Arten eine ganz beträchtliche Länge erreichen. Beim BANDIGELWURM (*Ikeda taenioides*; KL 40 cm) der japanischen Küstengewässer wird er fast anderthalb Meter lang. Die Bauchseite dieses Rüssels trägt einen breiten, längsverlaufenden Wimperstreifen, der am Rüsselgrund, wo die Mundöffnung liegt, endet. Hier beginnt der Darm; er öffnet sich am hinteren Körperpol zum After. Die einheitliche, nicht gegliederte Leibeshöhle ist ein echtes Coelom und steht mit der Außenwelt durch die Nierenkanäle (Metanephridien) in Verbindung, durch die auch die reifen Keimzellen nach außen gelangen. Die Larve weist als kennzeichnende Trochophoralarve (Abb. S. 352) ebenfalls auf die Verwandtschaft mit den Gliederwürmern hin; außerdem gleichen die Borsten der Haut in Bau und Entwicklung denen der Gliederwürmer. Das Nervensystem besteht aus einem Schlundring und einem Bauchmarkstrang. Ein vom Schlundring abgesetztes Gehirn ist nicht erkennbar, und höhere Sinnesorgane fehlen. Im Gegensatz zu den Spritzwürmern verfügen die Igelwürmer über ein einfaches Blutgefäßsystem.

Von den etwa hundertfünfzig bekannten Arten der Igelwürmer seien zwei erwähnt: die MEERQUAPPE oder der QUAPPWURM (*Echiurus echiurus*; KL 15–30 cm; Abb. S. 302), ein Bewohner des Watts der Nordseeküste, und die GRÜNE BONELLIA (*Bonellia viridis*; ♀ KL 8–15 cm ohne Rüssel, Rüssel bis 1 m und mehr, Abb. S. 302 u. vgl. Abb. S. 351; ♂ KL um 1 mm), die den Geröllboden flacher Buchten und die untermeerischen Felsspalten des Mittelmeers besiedelt. Der Quappwurm gräbt sich U-förmige Gänge, aus denen nur der einige Zentimeter lange Rüssel hervorragt. Er streift hier die nächste Umgebung nach Nahrung ab, die der Wimperstreifen dann zum Mund befördert. Dagegen hält die Bonellia ihren Körper in den Felsspalten oder unter Steinen verborgen und läßt den mit zwei langen Endzipfeln versehenen Rüssel über einen weit größeren Umkreis wandern.

In Fachkreisen berühmt wurde die Grüne Bonellia durch die Art und Weise, in der sie ihr künftiges Geschlecht bestimmt. Während bei den meisten Tieren die Entscheidung, ob Männchen oder Weibchen aus ihnen werden, mit der Befruchtung fällt, bleibt sie bei der Bonellia noch auf der Stufe der frei schwimmenden Larve offen. Gelangt eine solche Larve in dem reich von Artgenossen besiedelten Lebensraum an den langen Rüssel eines Weibchens,

so verwandelt sie sich an ihm in wenigen Tagen in ein winziges, reifes Zwergmännchen, das keinen Rüssel trägt und eher einem Strudelwurm als einem Igelwurm gleicht. An dem Rüssel eines einzigen Weibchens können auf diese Weise zahlreiche Männchen entstehen; sie wandern den Wimperstreifen entlang zum Vorderdarm, in dem man schon bis zu 85 Zwergmännchen antraf. Immer wieder wandern einige von ihnen aus und dringen nun in die Eileiter des Weibchens ein, wo sie die aus der Leibeshöhle austretenden Eier besamen.

Die Larven, die keinen Weibchenrüssel erreichen, wachsen und verwandeln sich im nächsten Jahr zu reifen weiblichen Tieren. Werden Larven durch die Meeresströmung in noch unbesiedelte Gebiete verfrachtet, so müssen sie zu weiblichen Tieren werden. Die anschließend angedrifteten Larven haben dann aber Aussicht, sich an den Rüsseln der inzwischen gereiften Weibchen zu Männchen zu entwickeln und die Eier der Weibchen zu besamen. Durch diese ungewöhnliche Einrichtung werden also nur dort Männchen erzeugt, wo bereits weibliche Tiere vorhanden sind und wo sie daher der Erhaltung der Art dienen. Die Natur des vom Rüssel ausgehenden, männchenbestimmenden Wirkstoffs ist noch unbekannt.

In diesem Kapitel begegnen uns erstmals mit den Spritzwürmern und den Igelwürmern Tiere mit einer »sekundären Leibeshöhle« (einem Coelom). Im Gegensatz zur »primären Leibeshöhle« (s. S. 273), dem Lückenhohlraum zwischen Haut- und Darmblatt, ist sie mit einem flächigen Zellverband (Epithel) ausgekleidet, der dem mittleren Keimblatt (s. S. 40) entstammt. Dieses »Mesothel« überzieht auch die Eingeweide, die in der Leibeshöhle aufgehängt sind. Mit Flüssigkeit erfüllt, stellt das Coelom ein elastisches Stützskelett dar, das man als »hydrostatisches Skelett« bezeichnet; es hat sich aber auch bei vielen mit einem Hartskelett versehenen Tieren erhalten und hier dann andere Aufgaben übernommen, z. B. bei den Stachelhäutern (s. Band III) und den Wirbeltieren (s. Band IV ff.). Auf der anderen Seite erfüllt bei den Fadenwürmern die primäre Leibeshöhle die Aufgabe eines hydrostatischen Skelettes in geradezu vollendeter Weise (s. S. 335). Mit dem Auftreten der sekundären Leibeshöhle wandelt sich im Tierreich die Natur der Ausscheidungsorgane: Anstelle der mit einer Wimperflammenzelle beginnenden, geschlossenen Protonephridien (s. S. 275) treten die mit einem Wimpertrichter in die Leibeshöhle geöffneten Metanephridien (s. S. 362). In die sekundäre Leibeshöhle entleeren auch häufig die Keimdrüsen ihre Eier oder Samenzellen; diese Keimzellen werden dann durch die Metanephridien oder durch eigene Leibeshöhलगänge (Coelomoducte) nach außen befördert. So ist das Coelom mit seiner zelligen Auskleidung und mit seinen verschiedenen Ausführungsgängen (Metanephridien und Coelomoducten) im Gegensatz zur primären Leibeshöhle keineswegs nur eine Höhle, sondern ein für seinen Träger lebenswichtiges »Organ«.



Die Meerquappe oder der Quappwurm. Hinter dem vorderen Bauchborstenpaar die vier Mündungen der Ausscheidungsorgane (Metanephridien).

Sekundäre
Leibeshöhle

Zwölftes Kapitel

Die Gliederwürmer

Stammesgruppe
Gliedertiere
von P. Rietschel

Als der große Ordner des Tier- und des Pflanzenreichs, der Schwede Carl Linné (1707–1778), sein System des Tierreichs aufstellte, schuf er für das Heer der Wirbellosen ganze zwei Klassen: die der Insekten und die der Würmer. Zwar wurden im Laufe der Zeiten immer mehr Tiergruppen aus diesem letzteren Sammeltopf hinausgeworfen und in eigenen Klassen untergebracht; der Kreis »Würmer« aber hat sich sogar hartnäckig in manchen Büchern der heutigen Tage behauptet. Er vereint hier friedlich die Plattwürmer, die Schlauchwürmer, die Kelchwürmer, die Spritzwürmer, die Igelwürmer und die Gliederwürmer mit den Pfeilwürmern und den Eichelwürmern, also Ur-münder mit Neumündern. Sie alle haben nur die mehr oder weniger wurmförmige Gestalt gemein; der Begriff »Wurm« besagt dem Zoologen daher nicht mehr als der Begriff »Baum«, »Strauch« oder »Kraut« dem Botaniker. Schon im vorigen Jahrhundert machte sich deshalb der Zoologe Karl Vogt über den unwissenschaftlichen »Sammeltopf der Würmer« mit einem Zitat Wilhelm Buschs lustig: »Des Wurmes Länge ist verschieden.«

Doch bereits im Jahre 1812 hatte der bedeutende französische Zoologe Georges Cuvier (1769–1832) dargetan, daß die Gliederwürmer näher mit den Gliederfüßern verwandt sind; er faßte diese beiden Gruppen daher zu den GLIEDERTIEREN (Articulata) zusammen. Dieser Begriff besagt, daß ein Gliederwurm, zum Beispiel der Regenwurm, den langbeinigen Spinnen und den geflügelten Insekten verwandtschaftlich viel näher steht als dem ihm form-ähnlichen Spulwurm. Aber was verbindet nun die Gliederwürmer mit den ihnen so unähnlichen Gliederfüßern? Bei beiden Gruppen ist vor allem der Körper in aufeinanderfolgende »Glieder« (Segmente) unterteilt, er ist »segmentiert«. Diese Glieder sind bei niederen Gliederwürmern untereinander gleich oder wenigstens sehr ähnlich, ihre Gliederung ist »homonom«. Das gilt unter den Gliederfüßern auch noch für die Glieder des Rumpfabschnittes der Tausendfüßer und der niedersten Krebse sowie für die Glieder des Hinterleibes vieler Insektenlarven. In allen Gruppen der Gliedertiere läßt sich aber erkennen, daß mit der Höherentwicklung die Glieder voneinander verschieden werden; die Gliederung ist dann »heteronom«. Dazu schließen sich Gruppen von Gliedern zu Körperabschnitten (»Tagmen« oder »Tagma-ta«, Einzahl »Tagma«) zusammen. Je nach ihrer Zahl und Anordnung unterscheiden wir dann Kopf und Rumpf, Kopf, Brust und Hinterleib oder Vorder- und Hinterkörper.

Jedes dieser Glieder (Segmente) ist ursprünglich durch ein Paar Leibeshöhlen, ein Gliedmaßenpaar, ein eigenes Muskelsystem und ein Paar Nervenknotten gekennzeichnet. Diese letzteren sind durch je eine Querverbindung (Kommissur) innerhalb des Gliedes untereinander und durch längsverlaufende Nervenstränge (Konnektive) von Glied zu Glied miteinander verbunden, so daß ein strickleiterähnliches »Bauchmark« entsteht. Man spricht daher bei den Gliedertieren von einem »Strickleiter-Nervensystem«. Am Vorderende des Bauchmarks ziehen seine beiden Längsstränge vom vordersten Nervenknottenpaar um den Schlund herum (Schlundkonnektive) zur Rückenseite und verbinden so das Bauchmark mit dem Gehirn.

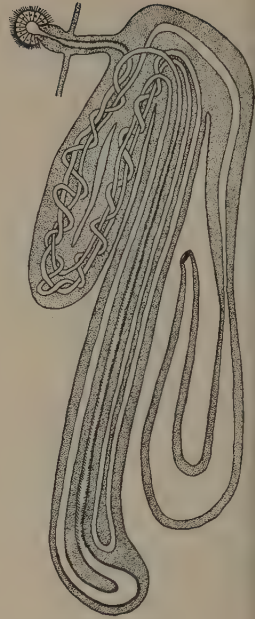
Wie das Strickleiter-Nervensystem, so sind auch die Gliedmaßen innerhalb der Gliedertiere ein ziemlich beständiges Merkmal, wenngleich sich von den ungegliederten Anhängen (Parapodien, s. S. 363) der Gliederwürmer bis zu den hochentwickelten, gegliederten Gliedmaßen der Gliederfüßer ein gewaltiger Aufstieg vollzog. Aber auch hier wurden die Anhänge häufig in einzelnen Segmenten rückgebildet.

Tiefgreifender wandelten sich die Gliedertiere aber im Bereich der Leibeshöhlen (s. S. 360): Aus der primären Leibeshöhle ging das geschlossene Blutgefäßsystem der Ringelwürmer hervor. In ihm fließt das Blut über dem Darm von hinten nach vorn und unter dem Darm von vorn nach hinten. Bei den höheren Gliedertieren lösen sich die Gefäßwandungen zunehmend auf, so daß schließlich das Rückengefäß allein bestehen bleibt. Über eine längere oder kürzere Strecke wird es zum pulsierenden Herz. Auch die Wandung der sekundären Leibeshöhlen schwindet bei den höheren Gliedertieren, so daß sich die beiden Leibeshöhlen zu einem »Mixocoel« vereinigen. In ihm fließt das Blut frei durch die Lückenräume.

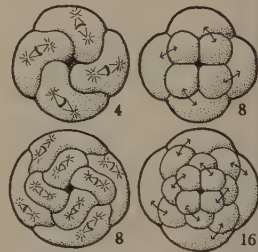
Mit der Umwandlung der Leibeshöhlen geht die Rückbildung der Ausscheidungsorgane (Metanephridien) Hand in Hand; sie sind ja eng an das Vorhandensein einer sekundären Leibeshöhle gebunden (s. S. 360). So treffen wir sie bei den Gliederwürmern noch in voller Ausbildung an, während sie bei den Gliederfüßern nur noch in Resten nachweisbar sind. Ihre Aufgabe übernahmen hier sowohl bei den Scherenfüßern (Spinnentiere und Verwandte) als auch bei den Tracheentieren (Tausendfüßer und Kerbtiere) Anhänge des Darmes, die »Malpighischen Gefäße«.

Die niedersten Gliedertiere durchlaufen eine Spiralfurchung und schließen dadurch sich und die ganze artenreiche Stammgruppe der Gliedertiere an die Spiraltiere (s. S. 280) an. Mit über 825 000 bekannten Arten stellen sie mehr als drei Viertel aller beschriebenen Tierarten der Erde. Man unterteilt die Stammgruppe meist in fünf Stämme: 1. GLIEDER- ODER RINGELWÜRMER (Annelida; s. unten), 2. STUMMELFÜßER (Onychophora; s. S. 387), 3. BÄRTIERCHEN (Tardigrada; s. S. 390), 4. ZUNGENWÜRMER (Pentastomida oder Linguatulida; s. S. 391), 5. GLIEDERFÜßER (Arthropoda; s. S. 397).

In der Stammgruppe der Gliedertiere nimmt der Stamm der GLIEDER- oder RINGELWÜRMER (Annelida; Abb. S. 352) die unterste Stelle ein. Die übrigen Gliedertierstämme sind aber nicht aus heute lebenden Gliederwürmern hervorgegangen, sondern aus Formen, die auf einer niedrigeren Stufe der



Ausscheidungsorgan (Metanephridium) eines Regenwurms, links oben der Wimpertrichter, rechts Mitte die Öffnung nach außen.



Spiralfurchung eines Gliederwurmes vom Vier- bis Sechzehn-Zellen-Stadium (s. S. 363).

Stamm
Gliederwürmer
von P. Rietschel

stammesgeschichtlichen Entwicklung standen. Wenn sie uns auch nicht versteinert überliefert sind, so haben sich doch viele ihrer Merkmale bei den heutigen Gliederwürmern noch erhalten. Hierzu zählen: die mehr oder weniger »homonome« Gliederung des Körpers, die paarigen Leibeshöhlen in jedem Ring, der aus äußeren Ring- und inneren Längsmuskeln bestehende Hautmuskelschlauch, die in jedem Ring paarigen Ausscheidungsorgane (Metanephridien) mit zur Leibeshöhle offenem Trichter und das Strickleiternnervensystem mit einem Nervenknottenpaar in jedem Segment. Die Frühentwicklung (Furchung) der niederen Gliederwürmer vollzieht sich auch noch nach dem Spiraltyp (s. S. 280) und vermittelt so für alle Gliedertiere den Anschluß an die übrigen Spiraltiere. Ein ursprüngliches Merkmal ist auch die Trochophoralarve (Abb. S. 352) der Gliederwürmer, die sie mit niederen Weichtieren gemein haben und die den Larvenformen anderer Spiraltiere nahe verwandt ist. Auch die aus einer einzigen Zellschicht bestehende Haut (Epidermis) ist bei primitiven Gliederwürmern noch bewimpert; meist aber scheidet sie ein Oberhäutchen (Cuticula) aus, das aus Eiweißstoffen besteht. Im Gegensatz zur Cuticula höherer Gliedertiere enthält das Oberhäutchen der Gliederwürmer aber noch kein Chitin, jenen eigenartigen Stoff, der im Außenskelett der Gliederfüßer zu einem wesentlichen Bestandteil wurde und diesen zweifellos zu ihrem gewaltigen Aufstieg verhalf. Immerhin ist Chitin, wenn auch noch nicht in der ganzen Haut, so doch in den Borsten der Gliederwürmer bereits enthalten. Wenn nun bei den Gliederwürmern mehr altertümliche Merkmale vorhanden sind als bei den übrigen Gliedertieren, so begegnen uns unter ihnen doch auch hochentwickelte Formen mit Anpassungen an mannigfaltige Umweltbedingungen. Die Vielfalt von fast neuntausend Arten wird in drei Klassen eingeteilt: 1. Vielborster (Polychaeta; s. unten), 2. Saugmünder (Myzostomida; s. S. 370), 3. Gürtelwürmer (Clitellata; s. S. 371).

Klasse Vielborster

Die VIELBORSTER (Klasse Polychaeta; Abb. S. 352) haben es unter den Gliederwürmern durch ihre mannigfaltigen Körperanhänge zur größten Vielfalt der Gestalt gebracht: Ihr Kopflappen (Prostomium) trägt schlanke Fühler (Antennen) und gedrungenere Taster (Palpen). Der Kopflappen festsitzender Vielborster kann zwei Fortsätze tragen, die in einem oft prächtigen Fühlerkranz, der »Tentakelkrone«, enden. An der Bildung des Kopfes beteiligen sich außer dem Kopflappen noch zwei oder drei echte Segmente, die zusammen das »Peristom« darstellen. Das erste ist das fußlose Mundsegment (Metastomium); ihm schließen sich ein oder zwei weitere Körperringe an, deren Stummelfüße (Parapodien) zu fühlerartigen »Cirren« umgewandelt sind.

Auch die übrigen Körperringe der Vielborster tragen je ein Paar höchst vielgestaltiger Stummelfüße (Parapodien). Sie teilen sich in einen oberen und einen unteren Ast, deren jeder in Hauttaschen Bündel von Borsten trägt. Ihre Form ist ungemein verschieden: Haken, Schaufeln, Kämme, Messer und einfache Borsten; ebenso mannigfaltig sind ihre Aufgaben als Stemmhaken, Ruderborsten, Grabschaufeln und als Waffe zur Feindabwehr. Die Borstenbündel wie die ganzen Stummelfüße können durch Muskelbündel

bewegt werden. Die Stummelfüße tragen ober- wie unterseits als »Cirren« bezeichnete Fortsätze; in der Familie der Seemäuse (s. unten) sind sie zu Schuppen (Elytren) umgewandelt, die die Kiemen schützend bedecken. Ober- und Unterast können als weitere Fortsätze faden-, blatt-, kamm- oder baumförmige Kiemen tragen. Die Vielfalt wird noch dadurch gesteigert, daß der Rumpf in Abschnitte (Tagmen) unterteilt sein kann, deren Stummelfüße verschieden ausgebildet sind oder auch in einem Abschnitt rückgebildet sein können.

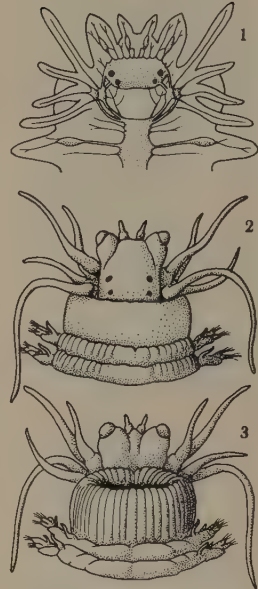
Die systematische Aufgliederung der Vielborster in Ordnungen ist noch sehr umstritten. Hier folgen wir der heute noch üblichen Einteilung, die aber sicher kein Abbild der echten Verwandtschaft ist. Nach ihr unterscheidet man die Ordnungen der Freilebenden Vielborster (Errantia; s. unten), der Festsitzenden Vielborster (Sedentaria; s. S. 367) und der Altgliederwürmer (Archiannelida; s. S. 370). Daß die Unterscheidung der beiden ersten Ordnungen keine natürliche ist, liegt auf der Hand: Zweifellos ist die sitzende Lebensweise in der Stammesgeschichte aus der frei lebenden mehrfach entstanden. Auch für die »Altgliederwürmer« hat sich gezeigt, daß ihre einfachere Bauart nicht altertümlich, sondern eine nachträgliche Vereinfachung ist, zu der mehrere Zweige der Gliederwürmer unabhängig voneinander gelangten.

Die Ordnung der FREILEBENDEN VIELBORSTER (Errantia) umfaßt Formen mit weitgehend gleichförmiger Gliederung des ganzen Rumpfes. Alle Ringe sind mit Stummelfüßen gleicher Bauart und mit Ausscheidungsorganen versehen. Die Unterordnung der AMPHINOMORPHEN (Amphinomorpha) umfaßt kleine, gedrungene Arten. Die mittelmeerische *Hermiodice carunculata* (Abb. S. 373) ist bei den Fischern gefürchtet, da sie mit Widerhaken versehene Borsten besitzt, die leicht abbrechen und in der Haut durch ein Gift heftiges Brennen verursachen.

Reich an bemerkenswerten Formen ist die Unterordnung der NEREIMORPHEN (Nereimorpha). Sie sind nach der Gattung *Nereis* benannt, einer griechischen Nymphe; auch andere Nereimorphen tragen die Namen von Nymphen und Göttinnen, die in Anerkennung der Schönheit dieser Würmer bei ihrer Taufe Pate standen. Die SEEMAUS (*Aphrodite aculeata*; Abb. S. 373), die zur Familie der SEERAUPEN (Aphroditidae) gehört, ist in den Europa umgebenden Meeren weit verbreitet. Eine Doppelreihe von je fünfzehn zu Rückenschuppen (Elytren) umgebildeten Cirren bedeckt die Kiemen, doch liegt ein dichter, grauer Borstenfilz über diesen Rückenschuppen; daher auch der Name »Filzwurm«. Prachtvoll in allen Regenbogenfarben schimmern dagegen die Seitenborsten. Ihnen verdankt die Seemaus ihre »Taufpatin«, die schaumgeborene Göttin der Liebe, Aphrodite. Trotz verborgener Lebensweise und zusätzlichem Schutz durch die Rückenborsten werden die Seemäuse von vielen Fischen aufgestöbert und verzehrt. Unansehnlicher und mit nur zwölf Rückenschuppenpaaren bedeckt ist der SCHUPPENWURM (*Lepidonotus squamatus*). Seine kurzen Borsten bieten ihm keinen Schutz, dafür erzeugen seine Schuppen bei Reizung Lichtblitze, die vielleicht der Abwehr dienen.

Die Familie der EUNICEN (Eunicidae) umfaßt kleine bis riesige Borsten-

Vorderende eines Vielborsters.



1 Versorgung der Kopfan-
hänge durch das Nerven-
system. 2 Kopf von oben
mit den vier Augen. 3
Kopf von unten mit der
Mundöffnung.

Familie
Seeraupen

Palolowürmer

würmer: der RIESENBORSTER (*Eunice gigantea*, L bis 3 m) ist sogar der längste Vielborster überhaupt und zusammen mit dem längsten Wenigborster, dem Riesenregenwurm (S. 379), der größte Gliederwurm und das längste Gliedertier. Durch ihr Fortpflanzungsverhalten berühmt sind die sogenannten »Palolowürmer«: Der SAMOA-PALOLO (*Eunice viridis*, L 40 cm) bewohnt die Korallenriffe um Samoa und die Fidschiinseln herum, der ATLANTISCHE PALOLO (*Eunice fucata*, L 70 cm) hingegen die Riffe der Bermudas und Westindiens. Merkwürdigerweise ist ihre Fortpflanzungszeit eng mit dem Phasenwechsel des Mondes verknüpft: Für den Samoa-Palolo ist sie der zweite oder dritte Tag nach dem dritten Mondviertel im Oktober (kleine Palolozeit oder Mblalolo lailai) und November (große Palolozeit oder Mblalolo levu); der Atlantische Palolo dagegen pflanzt sich während der drei Tage vor dem dritten Mondviertel zwischen dem 29. Juni und dem 28. Juli fort. Auch bei anderen Vielborstern stellte man eine Abhängigkeit der Fortpflanzung vom Mondphasenwechsel fest; bei diesen beiden Arten aber bildet sie ein gewaltiges Naturereignis, das von einem Volksfest der Eingeborenen begleitet ist. Die Palolowürmer sind lichtscheu und verlassen ihre Behausungen nur bei Dämmerlicht oder Dunkelheit; sie bestimmt die Dauer ihrer Nahrungssuche. Mit Eintritt der Geschlechtsreife erzeugen die Würmer Eier und Samen nur im Hinterkörper, der im Gegensatz zum Vorderkörper bei Licht aktiv wird. Er trennt sich ab und schwimmt dem Licht entgegen. An der Meeresoberfläche entleeren nun die schwärmenden Hinterleiber bis Sonnenaufgang ihre Eier oder ihren Samen, wobei sie in einer Schicht von Meterdicke eine quirlende Masse bilden. Hier werden sie von den Eingeborenen als Leckerbissen in Körben aufgefischt.

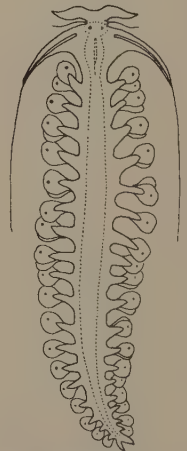
Die abgeschnürten, mit Geschlechtsorganen versehenen Hinterenden der Palolowürmer kann man noch nicht als selbständige Tiere ansehen. Bei einigen Würmern aus der Familie der SYLLIDEN (Syllidae) aber bilden solche Hinterenden danach oder gar vor ihrer Abschnürung einen eigenen Kopf und werden so zu selbständigen, nun frei schwimmenden Tieren. Sie pflanzen sich geschlechtlich fort und erzeugen so wieder Bodenformen, die sich ungeschlechtlich vermehren. Es wechselt hier also eine sich geschlechtlich vermehrende Generation und eine Generation, die sich durch Sprossung fortpflanzt (Metagenesis; s. S. 181). Bei *Odontosyllis* finden sich die Geschlechter durch Lichtzeichen. Das Weibchen verläßt während der Dunkelheit seine Behausung im Schlamm und steigt aus vier bis sechs Meter Tiefe zur Meeresoberfläche auf, wo es im Kreise umherschwimmt und aus seinem Leuchtorgan Lichtblitze aussendet. Ein Männchen, das sie wahrgenommen hat, strebt nun ebenfalls aus der Tiefe nach oben und blinkt auch wie ein Leuchtkäfer. Sobald es sich im Kreisbereich des Weibchens befindet, stoßen beide ihre Geschlechtszellen aus. Der ganze Vorgang dauert nur wenige Augenblicke.

Die NEREIDEN (Familie Nereidae) leben größtenteils am Meeresboden und nähren sich hier vorwiegend von Algen und kleinen Bodentieren. Sie sind schlanke Würmer mit zahlreichen Stummelfüßen, die anfangs im ganzen Körper etwa gleich gebaut sind. Mit der Ausbildung der Eierstöcke oder der Hoden im hinteren Körperende verwandeln sich die Stummelfüße in der Gattung *Nereis* an dem Hinterende zu schaufelartigen Rudern. Die so umge-

wandelten Tiere wurden einst als eigene Gattung angesehen, die man »*Heteronereis*« nannte; noch heute werden die geschlechtsreifen Tiere als »*Heteronereisstadium*« bezeichnet. In den umgewandelten Körperringen bildet sich der Hautmuskelschlauch zurück, so daß Eier und Samen durch die nun dünne, leicht zerreißbare Körperwand ins freie Wasser gelangen können. Allein die Rudermuskeln der Stummelfüße bleiben erhalten; sie ermöglichen es dem *Heteronereisstadium*, zur Wasseroberfläche emporzuschwimmen. So bildet die sonst bodenlebende, sich von Algen ernährende *Nereis virens* zur Fortpflanzungszeit im freien Wasser Schwärme. Mehr als sie ist die *Nereis diversicolor* (Abb. S. 373) unserer Nord- und Ostseeküste ein Bodentier, da selbst ihre Trochophoralarve und die weiteren Stadien ihrer Entwicklung am Meeresboden leben. Sie dringt auch weit in das Brackwasser der Küste vor und deutet damit eine Entwicklungsrichtung an, in der indonesische Nereiden sehr viel weiter gingen: In schlammigen Uferzonen dortiger Süßgewässer bewegt sich *Lycastopsis raunensis* auf abwärts geschwenkten Stummelfüßen ganz nach Tausendfüßerart. In tonhaltigen Sanden auf Sumatra leben *Lycastis vitabunda* und *Lycastis terrestris* am Lande. *Lycastopsis amboinensis* findet sich gar in der feuchten Humusaufgabe in den Blattscheiden von Kokospalmen. Die Gezeitenzone der Mangrovesümpfe und vor allem die hohe Luftfeuchtigkeit des dortigen tropischen Regenklimas bieten die besten Voraussetzungen für eine Landtierwerdung, ebenso kommt ihr die hohe Anpassungsfähigkeit der Nereiden entgegen. Am weitesten muß hier die sonst über die Trochophoralarve ablaufende Entwicklung abgewandelt sein, doch über sie ist leider nichts bekannt.

Die Angehörigen einiger Vielborsterfamilien führen eine frei schwimmende Lebensweise. Die vielen Arten der PHYLLODOCIDEN (Familie Phyllocodidae) sind lang gestreckt, schmal und reich an Gliedern, deren Stummelfüße den Rückenast bis auf den Cirrus rückgebildet haben. Die *Phyllodoce*-Arten halten sich tagsüber am Boden versteckt, des Nachts aber schwimmen sie in waagerechter Wellenbewegung frei umher und bieten dann in der Anmut ihrer Bewegungen und ihrem vielfältigen Farbenspiel einen unvergleichlich schönen Anblick.

Völlig zur frei schwimmenden Lebensweise gingen die Angehörigen der Familien der ALCIOPIDEN (Alciopidae) und TOMOPTERIDEN (Tomopteridae) über. Die im Querschnitt drehunden Alciopiden sind an sie körperlich nicht sonderlich angepaßt, nur ihre blattförmig verbreiterten Rücken- und Bauchcirren lassen sie im Gewebe verweilen — und das auch nur durch ihre ständigen Ruderbewegungen. Vollendet an die jagende Ernährungsweise angepaßt sind aber die Augen der Alciopiden. Bei den frei lebenden Bodenbewohnern sind sie meist Becheraugen, zum Teil auch Blasenaugen, die nach Art der Lochkamera ein nicht eben vollkommenes Bildsehen ermöglichen. Die beiden großen Kopfaugen der Alciopiden aber sind Linsenaugen, deren Leistungsfähigkeit an die der Kopffüßer (s. Band III, S. 190) heranreichen mag. In Ruhe sind sie auf die Ferne eingestellt; durch die Tätigkeit einer Drüse kann aber der Abstand der Linse von der Netzhaut vergrößert und damit die Einstellung auf die Nähe erreicht werden! Bessere Schwaber sind die stark abgeplatteten Tomopteriden: Ihre borstenlosen Stummelfüße sind



Geschwebe-Vielborster
Tomopteris.

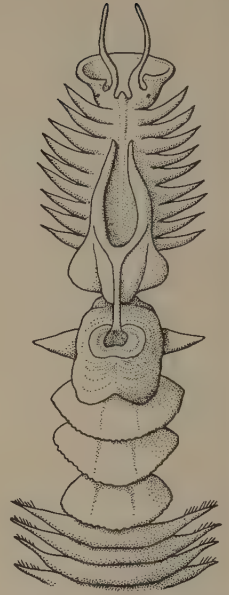
lang ausgezogen und enden in je zwei Platten, die wohl aus den Cirren hervorgingen. Alciopiden und Tomopteriden sind wie so viele andere Schwebewesen glasklar durchsichtig.

Frei lebende Vielborster leben vielfach als Tischgenossen (Kommensalen) in engerer Gemeinschaft mit anderen Meerestieren, die zu den Seemäusen gehörende *Polynoe scolopendrina* sogar mit festsitzenden Vielborstern. Manche dieser Vielborster mögen aus dem Tischgenossenverhältnis Nutzen ziehen, indem sie verzehren, was von des Genossen Tisch abfällt. In den meisten Fällen aber ist ein solcher Vorteil nicht erkennbar, so bei einer Tischgemeinschaft mit Seegurken, die Sand verzehren. Einige wenige Vielborster aber gingen zum echten Schmarotzerleben über und veränderten sich dabei gestaltlich so sehr, daß die Systematiker für sie zwei eigene Familien aufstellen mußten: Ichthyotomiden (Ichthyotomidae; s. unten) und Histriobdelliden (Histriobdellidae; s. unten). Die einzige Art der Familie der ICHTHYOTOMIDEN ist *Ichthyotomus sanguineus* (L bis 1 cm), ein Schmarotzer auf den Flossen des Meeraals. Der Mund ist zu einem Saugnapf umgebildet und der Schlund zu einer Saugpumpe, die zudem noch zwei dolchartige Kiefer enthält. Das Gerät zum Anschneiden der Fischflosse und zum Aufsaugen des austretenden Blutes ist damit vollständig. In der anderen Familie der HISTRIOBDELLIDEN, die mehrere Arten von einem viertel bis eineinhalb Millimeter Länge umfaßt, ist die gestaltliche Umbildung viel weiter fortgeschritten. Stummelfüße fehlen, Kopf und Hinterende tragen aber je zwei Fortsätze, die in einem kleinen Saugnapf enden. In der Mundhöhle befinden sich ebenfalls zwei dolchförmige Kiefer, dazu aber vier Paar mit Zähnchen besetzte Hartgebilde. *Histriobdella homari* lebt in der Kiemenhöhle und auf den Eiern des Hummers und bewegt sich hier in Ermangelung von Stummelfüßen mit Hilfe eines spärlichen Wimperkleides. In Tasmanien lebt eine verwandte Art, *Stratiodrilus tasmanicus*, im Süßwasser in den Kiemenhöhlen eines Flußkrebse.

Ordnung
Festsitzende Viel-
borster

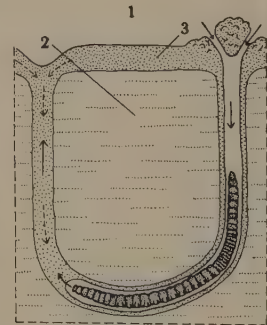
Die zweite, artenreiche, aber zweifellos stammesgeschichtlich nicht einheitliche Ordnung der Vielborster bilden die FESTSITZENDEN VIELBORSTER (Sedentaria). »Festsitzend« (sedentär) sind sie insofern, als sie sich aus Hautabscheidungen Röhren bauen oder ihre gegrabenen Gänge mit solchen verfestigen und diese Behausung nicht oder nur vorübergehend verlassen. So können sie ihre Nahrung nicht erjagen, sondern nur ortsgebunden durch Herbeistrudeln, durch Abtasten des Meeresbodens im erreichbaren Umkreis oder durch einfaches Verschlingen von Sand und Schlamm erlangen. Je nach Ernährungsweise ist der Kopf verschieden gebaut: bei Sand- und Schlammessern ist er unansehnlich, bei Strudlern und Tastern trägt er eine oft mächtige Tentakelkrone, die bei den Terebellomorphen vom Kopflappen, bei den Hermellimorphen und Serpulimorphen aber vom Mundsegment gebildet wird. Der auf den Kopf folgende Rumpf ist meist in zwei, zuweilen sogar in drei Abschnitte (Tagmen) unterteilt. Die Ausscheidungsorgane befinden sich nur in den vorderen Ringen, also nahe dem Röhreneingang. Fünf Unterordnungen lassen sich unterscheiden: Spiomorphen (s. S. 368), Drilomorphen (s. S. 368), Terebellomorphen (s. S. 368), Hermellimorphen (s. S. 369) und Serpulimorphen (s. S. 369).

Eine der eigenartigsten Gestalten unter allen Vielborstern ist der PERGAMENTWURM (*Chaetopterus variopedatus*; L bis 25 cm), ein Vertreter der Unterordnung der SPIOMORPHEN (Spiomorpha). Das Mundsegment umfaßt trichterförmig den kleinen, anhanglosen Kopflappen. Der in drei Abschnitte gegliederte Leib trägt am vordersten Ring des Mittelabschnitts zwei lange Tentakel, in Wirklichkeit die Rückenäste seiner Stummelfüße, sie scheiden in der Wohnröhre ein Schleimnetz aus, das mit Schwebeteilchen besetzt vom Wurm verschlungen und dann wieder neu gebildet wird. Der dritte, vierte und fünfte (letzte) Mittelleibsring tragen rückseitig große Platten, mit denen der Wurm die Wasserströmung in seiner Röhre erzeugt. Auch sie sind aus den Rückenästen der Stummelfüße dieser Körperringe hervorgegangen. Der Hinterleib trägt zahlreiche Stummelfußpaare. Der Pergamentwurm lebt im Mittelmeer und im Atlantik im Boden in einer U-förmigen, pergamentartigen Röhre mit verengten Mündungen, die er mit Hilfe der drei Rückenplatten ständig mit Nahrungs- und Atemwasser durchspült. Die Nahrungsteilchen siebt er mit dem Schleimnetz heraus, den Sauerstoff nimmt er in Ermangelung von Kiemen mit der ganzen Oberfläche seines Körpers auf.



Vorderende des Pergamentwurms.

Zur Unterordnung der DRILOMORPHEN (Drilomorpha) gehört der weithin bekannte SAND- ODER KÖDERWURM (*Arenicola marina*; L bis 40 cm). Seine zwischen den Rippelmarken bei Niedrigwasser trockenliegenden Trichter und Kothäufchen kennt jeder Strandwanderer und Feriengast der Nordsee, ihn selbst als Köder kennt dort wenigstens jeder Angler. So auffallend seine Spuren sind – seine Ernährungsweise wurde doch lange Zeit verkannt. Nach den Befunden von F. Krüger ist der Sandwurm keineswegs nur ein Sandverzehrer, sondern ein Filterer. Sein »Wohnbau« setzt sich aus einem L-förmigen »Wohnrohr« mit verfestigten Wänden und einem vom freien Ende des unteren Schenkels aufsteigenden »Sandstrang« zusammen. Das Wohnrohr ist oben offen, doch bedeckt diese Öffnung die aufgeringelte Kotwurst, die der Wurm, rückwärts zur Mündung aufsteigend, etwa alle vierzig Minuten abgibt. Sonst befindet er sich im unteren Teil der Wohnröhre und verzehrt hier, den Kopf am Sandstrang, den ständig von oben nachrieselnden Sand. Zugleich aber erzeugt er durch die ständig von hinten nach vorn wandernden Verdickungswellen seines Körpers einen stetigen Wasserstrom von der Öffnung des Wohnrohrs zum Sandstrang. Er liefert ihm den Sauerstoff zur Atmung, aber auch beim Eintritt in den Sandstrang als Filterrückstand die in ihm enthaltenen Kleinlebewesen und organischen Teilchen, denn Sand ist ein vorzügliches Filter. Die Larve des Sandwurms lebt zuerst am Boden und geht erst mit acht Millimeter Länge zur Lebensweise der Erwachsenen über.



Der Sandwurm *Arenicola* in seiner Röhre. Links der Sandtrichter, rechts das Kothäufchen über dem Gang. Durchgehende Pfeile: Wasserstrom. Gestrichelte Pfeile: Sandstrom.
1 Wasser, 2 Schlick, 3 Sand.

Die TEREHELLOMORPHEN (Unterordnung Terebellomorpha) sind ebenfalls Bodenbewohner, jedoch mit einer vom Kopflappen gebildeten Tentakelkrone. Der KÖCHERWURM (*Pectinaria koreni*, L 5 cm) lebt in einem vorn weiteren, beiderseits offenen Köcher aus verkitteten Sandkörnchen, den er nicht verläßt. Er steckt mit der weiten Mündung nach unten schräg im Sand. Am Hinterende, das aus dem Sand herausragt, sitzt ein mit Kotballen ausgekleideter Kamin an. Das Vorderende des Wurmes trägt einen Kamm von fünf-

Die Muschel-
sammlerin

zehn bis zwanzig starken, goldglänzenden Schaufelborsten (Paleen), mit denen der Wurm den Sand vor seinem Kopfende lockert. Mit den Tentakeln tastet er ihn dann nach Kleinlebewesen ab. Von Zeit zu Zeit erzeugt er mit dem Hautmuskelschlauch durch seine Röhre hindurch einen Strom, der den gelockerten und ausgelesenen Sand zum Kamin hinausbefördert. Auf diese Weise entsteht vor dem Kopfende allmählich eine Höhlung, die sich durch Einsturz nach oben öffnet. So gelangen immer neue Kleinlebewesen und Sinkstoffe in den Tentakelbereich und schaffen neue Nahrung. Dazu erzeugt der Wurm ähnlich wie der Sandwurm einen Atemstrom vom Kamin durch den Köcher und die Kammer zum Einsturzschat, doch wird er hier nicht gefiltert. Dagegen baut die MUSCHELSAMMLERIN (*Lanice conchilega*; L bis 30 cm, ϕ 5–6 mm) über dem kopfseitigen Ende ihrer Röhre ein zierliches Astwerk aus Sandkörnchen und Muschelschalenstückchen; es dient einerseits als Netz zum Fang von Kleinlebewesen, die der Wurm dann mit den Tentakeln oder den Lippen abnimmt, andererseits aber ist es eine Stütze für die langen und zarten Tentakel.

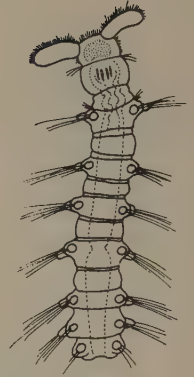
Die HERMELLIMORPHEN (Unterordnung Hermellimorpha) tragen eine Tentakelkrone, die dem Mundsegment entspringt. Von ihnen sei hier *Sabella spinulosa* (L bis 3 cm) genannt, deren aus Sandkörnchen verklebte Röhren miteinander orgelartige Bauten bilden und sogar kleine Riffe (Sandkorallenriffe) entstehen lassen. So waren in den Jahren 1944/45 die Bühnen westlich von Norderney auf einer Länge von sechzig Metern beiderseits von »Sandkorallen« umsäumt. Der Riffgürtel einer einzigen Bühne enthielt etwa fünfundsiebzig Millionen Wurmröhren. Sie hielten sich bis zum Jahre 1946 und dürften die Folge eines einmaligen überstarken Larvenfalles sein. Die Röhren der Gattung *Phragmatopoma* bilden in den Tropen ähnliche Wurmriffe von oft bis zu einem Meter Höhe. Man vermutet, daß die angesiedelten Würmer durch chemische Reize immer neue Larven zur Ansiedlung anlocken.

Die SERPULIMORPHEN (Unterordnung Serpulimorpha) besitzen ebenfalls am Mundsegment Tentakelkronen, die den mehr oder weniger rückgebildeten Kopflappen überdecken. Zu ihnen gehören die häufigsten aller Vielborster, die POSTHÖRNCHENWÜRMER der Gattung *Spirorbis*. Ihre kalkigen, schneckenhausartig teils rechts-, teils linksgewundenen Röhren findet man in unzählbarer Menge auf Seetangen, an Steinen und auf jeder anderen sich bietenden Unterlage. Häufig begegnet man den kalkigen Wohnröhren von »Röhrenwürmern« aber auch in den Meeresablagerungen vergangener Erdzeitalter. Die Serpulimorphen sind größtenteils Strudler, deren Fangarme mit bewimperten Fiedern besetzt sind; mit ihnen schaffen sie das Gewebe herbei, das ihre Nahrung bildet. Für den Feriengast am Mittelmeer ist es ein eindrucksvolles Schauspiel, wenn die großen, prächtig gefärbten Tentakelkronen der *Spirographis spallanzanii* (L 30 cm; Abb. S. 374 u. 375) zu seinen Füßen an der Hafenmole ausgebreitet sind, wenn sie bei der geringsten Störung augenblicklich verschwinden und wenn sie dann aus den alten Gaschläuchen ähnlichen Röhren langsam und bedächtig wieder hervortreten. Aber auch ein sehr viel unscheinbareres Röhrenwürmchen mag den Beobachter fesseln: Durchmustert er in einer flachen Schale etwas Meerwasser mit

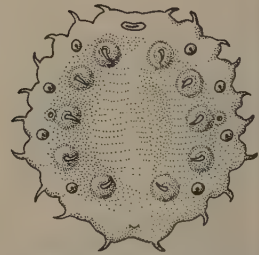
Algenbelägen oder Seetang, so wird er fast stets einem kleinen Würmchen begegnen, das im Gegensatz zu seinen Verwandten seine Röhre häufig verläßt und dann frei umherschwimmt: *Fabricia sabella* (L 1–8 mm). Meist schwimmt *Fabricia* rückwärts und zieht dann ihre Tentakelkrone wie einen Besen hinter sich her. Da sie hinten wie vorn ein Augenpaar besitzt (bei Röhrenwürmern sind Augen eine Seltenheit), mag man im Zweifel sein, was bei dem Tierchen vorn und was hinten ist. So ging es auch dem Bearbeiter der Niederen Tiere in »Brehms Tierleben«, Oskar Schmidt, als ihm im Jahre 1848 die kleine *Fabricia* (damals noch *Amphicora* genannt) erstmals begegnete. »Nun, wir wollen es zugestehen, können aber dem Liebhaber mikroskopischer Gemüths- und Augenergötzung bei einem Aufenthalte im Seebade die lebhafte *Amphicora* nicht genug anempfehlen.«

Wie die beiden anderen, so ist auch die dritte Ordnung ALTGLIEDERWÜRMER (Archiannelida) keine stammesgeschichtlich einheitliche Gruppe. Ihnen gemeinsam ist lediglich, daß sie in ihrem Bau vereinfacht oder im Larvenzustand stehengeblieben sind. So liegt ihr Nervensystem vielfach noch am Grunde der Haut, die Stummelfüße sind schwach entwickelt oder fehlen, die Borsten sind einförmig oder fehlen, die Zahl der Körperringe ist oft gering, und die Haut ist oft noch bewimpert. Die meisten dieser kleinen Würmer leben in den Sandlücken des Meeresbodens. Der kleine *Troglochaetus beranecki* (L 0,5 mm) aber ist ein Überbleibsel (Relikt) aus der Süßwassertierwelt der Tertiärzeit. Er lebt im Grundwasser und wurde erstmals in der Schweiz und dann häufiger im Grundwasser der Rheinschotter bei Straßburg gefunden. Seitdem wurde das Vorkommen von *Troglochaetus* aus zahlreichen vom Grundwasser gespeisten Brunnen des Maintals zwischen Karlstadt und Hanau, aus Schlesien, aus Darmstadt und aus Bonn gemeldet, dagegen sucht man in Mittel- und Oberfranken nach ihm vergebens. Wenn einmal durch weitere Funde das Verbreitungsgebiet dieses Zeugen erdgeschichtlicher Vergangenheit ermittelt ist, wird uns *Troglochaetus* manches über sie aussagen können.

Die SAUGMÜNDER (Klasse Myzostomida) sind in ihrer Gestalt abgewandelte Gliederwürmer; diese ihre stammesgeschichtliche Herkunft ist ihnen aber kaum mehr anzusehen. Ihre Abzweigung, wahrscheinlich von Vielborstern, liegt in der Erdgeschichte weit zurück, denn sie schmarotzen an den altertümlichsten der heutigen Stachelhäuter, den Seelilien und Haarsterne, und sie taten es auch schon vor dreihundert Millionen Jahren. Das veranlaßt die von ihnen erzeugten Gallen an versteinerten Seelilien der Devonzeit. Einem gegliederten Wurm völlig unähnlich ist ihre Gestalt: eine flache Scheibe, deren dünner Rand mit langen Fortsätzen (Cirren) besetzt ist. Betrachtet man ein solches Wesen von der Unterseite, so erkennt man seine zweiseitige Symmetrie an einem hinteren After und einer vorderen, quergestellten Öffnung. Aus ihr kann ein rüsselartiges Gebilde hervorstülpen, das die Mundöffnung und den Schlund enthält. In der größeren, über hundert Arten enthaltenden Ordnung der PROBOSCIFEREN (Proboscifera; s. S. 371) befindet sich in ihm auch das Gehirn, so daß es als »Kopf« bezeichnet wird; in der kleineren Ordnung der PHARYNGIDEEN (Pharyngidea;

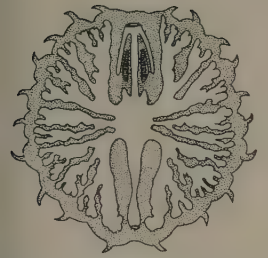


Der Grundwasser-Vielborster *Troglochaetus*.



Saugmünder *Myzostoma* von der Bauchseite. Vorne Mund, hinten After, je-
derseits vier drüsige »Seitenorgane« und fünf »Stummelfüße«, auf Höhe
des dritten die Geschlechts-
öffnung.

Klasse
Saugmünder



Lage und Verzweigungen
des Darmes eines Saug-
münders.

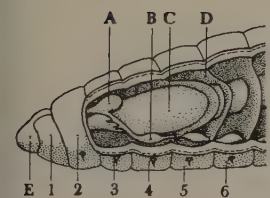
s. unten) mit etwa fünfundzwanzig Arten werden nur Mund und Schlund ausgestülpt, das Gebilde ist daher ein »Rüssel«. Unterseits befinden sich auch fünf Paare ungliederter Stummel, die je eine kräftige Hakenborste tragen; sie sind wohl den Stummelfüßen der Vielborster gleichzusetzen, entsprechen also fünf Körperringen, die äußerlich nicht mehr erkennbar sind. Innerlich verrät auch die einheitliche Leibeshöhle keine Segmentbildung, wohl aber tut dies das Nervensystem. Der Mitteldarm ist mit seitlichen Blindsäcken versehen, wie man sie ja auch bei anderen Schmarotzern — Egel (s. S. 383), Zecken (s. S. 431), Karpfenläusen (s. S. 464) — antrifft; sein Bau weist wohl auf die Lebensweise, nicht aber auf die stammesgeschichtliche Verwandtschaft hin. Dagegen deutet auf die Vielborster die Entwicklung, die über eine Spiralfurchung zu einer echten Trochophoralarve führt.

Die PROBOSCIFEREN leben größtenteils auf der Haut ihrer Wirte, auf der sie sich mit ihren Hakenborsten festkrallen. Sie schalten sich dabei in den zum Munde führenden Nahrungsstrom ein, wobei die einen mehr Tischgenossen (Kommensalen), andere aber bereits Schmarotzer sind. *Myzostoma cysticum* veranlaßt den Wirt zur Bildung von Gallen, in denen je zwei Schmarotzer leben. Obwohl die Saugmünder von Haus aus Zwitter sind, übernimmt hier das größere Tier die Rolle des Weibchens, das kleinere die des Männchens. Die PHARYNGIDEEN haben das Schmarotzertum weiterentwickelt: Sie sind in der Hauptsache Innenschmarotzer. In den Keimdrüsen von Schlangengestirnen trifft man sie häufig in großer Zahl an.

Klasse Gürtelwürmer

Während die Vielborster größtenteils und die Saugmünder durchweg Meeresbewohner sind, gehören die Wenigborster und die Egel vor allem der Tierwelt des Süßwassers an. Viele eroberten auch das feuchte Land, aber nur wenige kehrten in die Urheimat der Gliederwürmer, das Meer, zurück. Gemein ist ihnen allen eine drüsenzellenreiche Hautzone, die sich über mehrere Körperringe erstreckt und als Gürtel (Clitellum) bezeichnet wird. Die Klasse, in der die Wenigborster und die Egel zusammengefaßt werden, nennt man aus diesem Grunde die GÜRTELWÜRMER (Klasse Clitellata). Die Gürtelwürmer sind Zwitter.

Unter allen Gliederwürmern am vertrautesten sind dem Laien die WENIGBORSTER (Ordnung Oligochaeta; Abb. S. 352), gehören doch die Regenwürmer hierher, an die sich die Grundvorstellung von einem »Wurm« knüpft. Der deutlich gegliederte Körper trägt keine Stummelfüße, doch haben sich ihre Borsten noch in vier Gruppen je Körperring erhalten, freilich in geringerer Zahl als bei den Vielborstern (daher »Wenigborster«). Fortpflanzungsorgane sind nur in wenigen Ringen ziemlich weit vorn vorhanden, wobei die Hoden stets vor den Eierstöcken liegen. Die Samenzellen reifen in Samenblasen heran, aus denen sie durch Samentrichter in die Samenleiter und bei der Paarung in die Samentaschen des Partners gelangen. Zur Eiablage scheidet der Gürtel ein Schleimrohr um den Wurm herum aus. Aus ihm zieht sich der Wurm zurück und entleert dabei in das Innere des Rohres aus dem Eileiter die Eier und aus den Samentaschen den Samen seines Partners. Nun erhärtet das Schleimrohr zur Eikapsel (dem Eikokon). In ihr befruchtet der Samen die Eizellen, und hier entwickeln sich auch die jungen Würmchen,



Vorderende eines Regen-
wurmes, seitlich geöffnet.
A Gehirn, B Bauchmark,
C Schlund (Pharynx), D
Scheidewand (Septum) zwi-
schen zwei Körperringen,
E Protostomium. 1 bis 6
die Körperringe eins bis
sechs.

Ordnung Wenigborster

ohne eine Larvenform zu durchlaufen. So liegt hier der eigenartige Fall vor, daß nach einer regelrechten Begattung dennoch die Befruchtung der Eier außerhalb des Tieres stattfindet.

Man hat die über dreitausend Arten der Wenigborster in drei Unterordnungen eingeteilt, die sich vor allem nach den Lagebeziehungen der männlichen Geschlechtsöffnungen zu den Hoden unterscheiden. In der Unterordnung der PLESIOPOREN (Plesiopora, vom griechischen πησος = »nahe stehend«) befinden sich diese Poren unmittelbar hinter dem Hodensegment. Eine Familie mit recht ursprünglichen Merkmalen sind hier die AELOSOMATIDEN (Aelosomatidae), nur wenige Millimeter lange Würmchen unserer Tümpel. Sie bewegen sich hier vorwiegend mit den Wimpern an der Unterseite ihres Kopfklappens fort. Ihre Leibeshöhle ist ein einheitlicher Raum, da die inneren Scheidewände der Körperringe in lockere Muskelfasern aufgelöst sind. Sie vermehren sich vor allem ungeschlechtlich durch Sprossung; man trifft daher Tierketten an, die bis zu zehn Einzeltiere umfassen. Merkwürdigerweise liegt die Wachstumszone der Sprossung nicht wie üblich vor dem Afterstück (Pygidium), sondern in ihm selbst. Bei *Aelosoma hemprichi* beobachtete man eine nur ungeschlechtliche Vermehrung über fünfzehn Jahre.

Für den Naturfreund am Mikroskop immer wieder reizvoll ist die Untersuchung der kleinen (L bis 10 mm) und durchsichtigen WASSERSCHLÄNGLER oder NAIDEN (Familie Naididae), da er am lebenden Tier alle Organe sieht. Man findet sie häufig zwischen den Wasserpflanzen reiner Gewässer, wo sie sich von Algen, vor allem Kieselalgen, ernähren. Die plumpen *Chaetogaster*-Arten freilich sind Jäger, und *Chaetogaster limnaei* schmarotzt gar in der Lungenhöhle unserer Wasserschnecken, vor allem der Großen Schlamm Schnecke (s. Band III, S. 105) und der Posthornschnecke (s. Band III, S. 106). Oft sind diese Schnecken von Saugwurmlarven (S. 294) befallen, die dann die Hauptnahrung der *Chaetogaster*-Würmchen bilden.

Wohl als bester Schwimmer unter allen Naiden gilt die GEZÜNGELTE NAIDE (*Stylaria lacustris*), die sich in waagerechten Wellen durch das freie Wasser schlängelt. Der Kopfklappen ist in einen langen, scharf abgesetzten Fühler ausgezogen. Diese Naide vermehrt sich die meiste Zeit im Jahr ungeschlechtlich und erzeugt bis zu zwei Zentimeter lange Tierketten. Im Herbst setzt dann die geschlechtliche Vermehrung ein; die von einer Schleimschicht umgebenen Eikapseln haften an Wasserpflanzen. Die Gezüngelte Naide dringt auch in brackisches Wasser vor und lebt im Finnischen Meerbusen bei Helsinki in Wasser von 0,57 v. H. Salzgehalt. Man findet sie aber auch im Bodensee und im Luganer See in Tiefen von zweihundert Meter.

In durchsichtigen, schlanken, etwa eineinhalb Zentimeter langen Röhren haust *Ripistes parasita* (L bis 7,5 mm) in reinen Gewässern. Auch ihr Kopfklappen ist zu einem langen Fühler ausgezogen. Am sechsten bis achten Körperring befinden sich sehr lange Bündel schleimbedeckter Borsten. Das aus der Röhre herausgestreckte, freie Vorderende schwingt lebhaft hin und her und setzt damit das Wasser in Bewegung, wobei in ihm schwebende Kleinlebewesen an den Borsten klebenbleiben. Von Zeit zu Zeit zieht das Würmchen die Borsten abwechselnd der rechten und der linken Körperseite durch

▷

Oben:

Die in dichten Bündeln angeordneten Borsten des Feuerwurmes (*Hermodice carunculata*, s. S. 364) bleiben beim Berühren leicht in der Haut stecken und verursachen Schmerzen

Links oben Mitte:

Die Seemaus

(*Aphrodite aculeata*, s. S. 364), von unten

gesehen. Seitlich ragen die Parapodien vor, den Rücken bedecken blattförmige Anhänge der Parapodien, die ein dichtes Borstenkleid tragen.

Rechts oben Mitte:

Nereis diversicolor

(s. S. 366), im Schlick europäischer Küstengebiete. Das Rückenblutgefäß schimmert durch.

Links unten Mitte:

Syllis cornuta, mit perlschnurartigen, langen Parapodienfortsätzen.

Rechts unten Mitte:

Zu den Seemäusen oder Seeraupen zählt auch *Lagisca extenuata*; die blattförmigen Rückenanhänge der Parapodien ohne Borsten.

Unten:

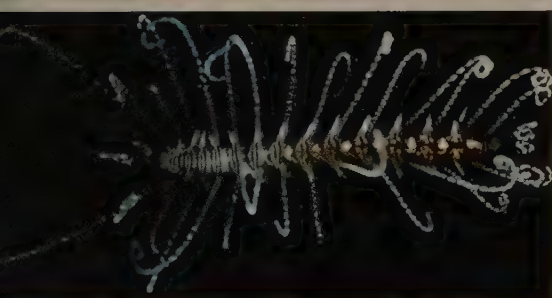
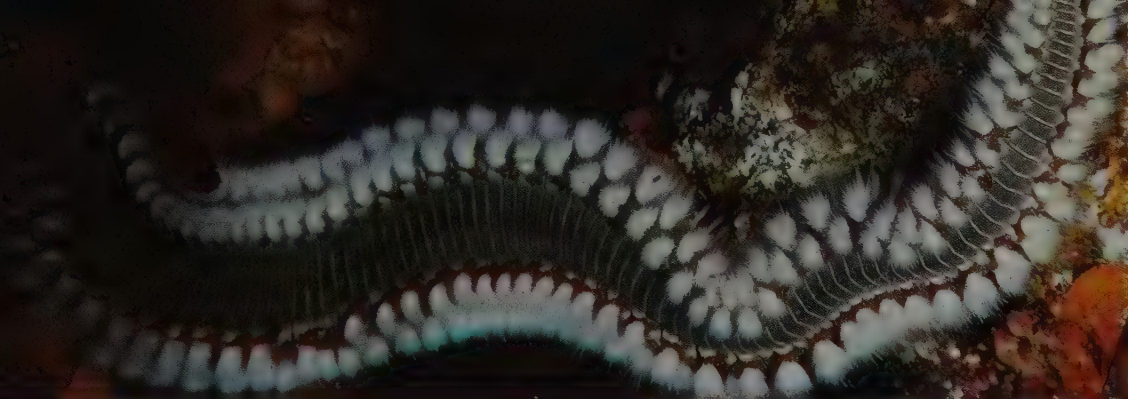
Eulalia viridis schwimmt durch Schlängelbewegungen sehr gewandt, die blattförmigen Parapodien dienen als Ruder.

▷▷

Oben:

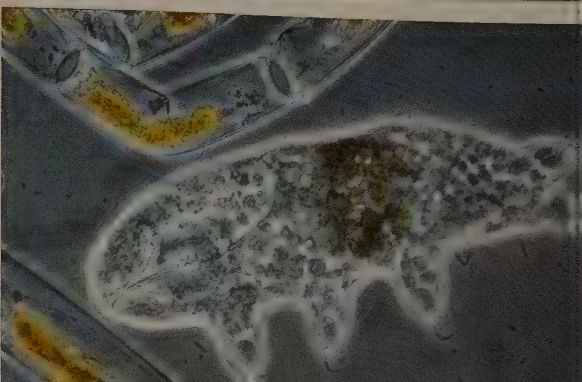
Bei der Schraubensabelle (*Spirographis spallanzani*, s. S. 369 u. Abb. S. 375) ist einer der beiden Tentakelträger mächtiger entwickelt als der andere und schraubig gewunden.

Unten: Der Röhrenwurm *Megalomma vesiculosum* hat an den Strahlenden große, schwarze Augen.









◁
Links von ob. nach unt.:
Pfaufenfederwurm
(*Sabella pavonina*). Die
beiden spiegelbildlich
gleichgestalteten Tenta-
kelträger ergänzen sich zu
einer trichterartigen
Tentakelkrone.
Der Kalkröhrenwurm
(*Serpula vermicularis*) kann
seine Röhre mit einem
Deckel verschließen.
Blick in den Schlund eines
Blutegels: im Saugnapf
die drei Y-förmig ange-
ordneten Kiefer.
Peripatopsis moseleyi,
ein Stummelfüßer
(s. S. 387) Südafrikas.
Die Stummelbeine sind
geringelt und tragen
Krallen.

Rechts von ob. nach unt.:
Eupolymnia nebulosa, ein
Borstenwurm, der in
einer aus Sandkörnern
und Schalenbruchstücken
zusammengeklebten
Röhre haust und mit
seinen dehnbaren Fang-
armen nach Nahrungs sucht.
Der Kalkröhrenwurm
Protula tubularia. Er
kann im Gegensatz zu
Serpula seine Röhre nicht
verschließen.

An einem Hecht saugen-
der Fischegel (*Piscicola*
geometra, s. S. 385 u.
Abb. S. 381).

Ein Bärtierchen (Stamm
Tardigrada, s. S. 390).

◁◁

Farbvariationen der
Schraubensabelle
(*Spirographis spallanzani*,
s. S. 369 u. Abb. S. 374).
Spirobranchus giganteus.
Beide Tentakelträger sind
schraubig gewunden. Ein
Strahl wurde zum Ver-
schlußdeckel der Röhren-
öffnung umgestaltet.
In tropischen Meeren auf
Steinkorallen.

den Mund und lutscht das an ihnen klebende Gewebe ab. In der sonst
üblichen Weise Nahrung mit dem Mund aufzunehmen ist *Ripistes* nicht im-
stande. Der vom schwingenden Vorderende erzeugte Wasserstrom dient
auch der Atmung. Zuweilen verläßt *Ripistes* sein Gehäuse und schwimmt frei
umher, wobei die langen Borsten als Schwebereinrichtung dienen. Zieht
sie sich in ihre Röhre zurück, so klappen die langen Borsten nach vorn.

Manche Naiden leben in der obersten Bodenschicht stehender Gewässer,
die größtenteils aus Zersetzungsstoffen besteht. Sie bieten zwar reichliche
Nahrung, verbrauchen aber bei ihrem Abbau allen Sauerstoff. Um trotzdem
atmen zu können, heben diese Naiden ihr Hinterende aus dem Boden
heraus in das freie Wasser. Dieses Hinterende ist bei den Naiden der Gat-
tungen *Dero* und *Aulophorus* zu einer Atemhöhle ausgeweitet, in der vier
(*Dero*) oder sechs (*Aulophorus*) gut durchblutete und bewimperte Kiemen-
fäden sitzen. Das Hinterende selbst bewegt sich nicht, doch mag sein Wim-
perbesatz für die Bewegung und damit für die Erneuerung des Atemwassers
sorgen.

Die Familie der SCHLAMMRÖHRENWÜRMER (*Tubificidae*) umfaßt kleine bis
mäßig große (L bis 20 cm), schlanke Würmer, die durch das in ihrem Blut
gelöste Hämoglobin meist rötlich erscheinen. Sie leben in den obersten
Schlammschichten der Gewässer in Röhren, die aus Hautschleim und Schlamm
bestehen. Ihre Nahrung sind die organischen Zersetzungsstoffe im Schlamm.
Am häufigsten ist der GEMEINE SCHLAMMRÖHRENWURM (*Tubifex tubifex*,
L bis 8,5 cm), dem Aquarienliebhaber als käufliches Lebendfutter be-
kannt. Sein Leben in dem sauerstoffarmen Schlamm stellt ihn vor die gleiche
Lage wie die erwähnten Schlammnaiden; doch *Tubifex* fand hier eine an-
dere Lösung: Der aus einer kraterartigen Öffnung hervorragende Hinter-
körper vollführt ununterbrochene Schwingungen, die das Wasser aus obo-
ren, schlammferneren Schichten herbeisaugen. Ihre Häufigkeit und die Län-
ge des hervorschauenden Körperendes sind untrügliche Anzeichen für den
Sauerstoffgehalt des Wassers: Je sauerstoffärmer es ist, desto weiter ragt das
Hinterende aus der Röhre hervor und desto schneller schwingt es. *Tubifex*
besitzt aber keine Kiemen und auch keine hautnahen Blutgefäße, die der
Sauerstoff des Wassers durch die Haut aufnehmen könnten. Dafür umgeben
solche Gefäße jedoch den Darm und ermöglichen so eine ausgiebige Darm-
atmung. Hierzu nimmt der Darm mit zehn »Pulsschlägen« in der Minute
ständig frisches Atemwasser auf. In großer Sauerstoffnot hört die Nahrungs-
aufnahme auf, und der nun leere Darm ist allein Atmungsorgan. Die Lösung
der Schlammröhrenwürmer enthält Mineralteilchen, die durch Bakterien ver-
klebt sind und daher eine lockere, feinporige Ablagerung ergeben. Bei rei-
cher Anlieferung organischer Stoffe können so Unterwasserböden entstehen,
deren organische Auflage ein schwammartiges Gefüge besitzt. Alte Ablage-
rungen dieser Art, die heute über dem Wasserspiegel des Rheins liegen,
zeichnen sich dank ihrer Feinporigkeit durch gute natürliche Entwässerung
aus.

Als Schlammbewohner in derselben Lage wie *Tubifex* ging der Schlamm-
röhrenwurm *Branchiura sowerbyi* einen anderen Weg: Wie die Schlamm-
naiden entwickelte er an seinem Hinterende Kiemen, doch nicht am After,

sondern als je einen langen, zarten Kiemenfaden auf der Rücken- und auf der Bauchseite der Ringe des Hinterendes, das so den Anblick einer überaus zierlichen Feder bietet. Die wahrscheinlich aus Südostasien eingeschleppte Art tritt bei uns vor allem in Warmwasserbecken der Gewächshäuser auf, wird aber in Frankreich und selten auch bei uns sogar im Freien gefunden.

Die Familie der ENCHYTRÄEN (Enchytraeidae) enthält Tiere sehr verschiedener Länge (1 mm bis 5 cm) und sehr verschiedener Lebensweise. Ihre Mehrzahl besiedelt den feuchten Erdboden und ernährt sich hier nach Art der Regenwürmer, wodurch sich auch die Beschaffenheit des Bodens in gleicher Weise verändert. Manche Arten bewohnen den Uferbereich des Süßwassers oder des Meeres. So ist der eigentliche Lebensbereich des von Aquarien- und Terrarienliebhabern als Futter geschätzten und gezüchteten TOPFWURMES (*Enchytraeus albidus*, L bis 36 mm) der aus Seetang und Seegras bestehende Strandanwurf der Meeresküste. Man findet den Topfwurm aber auch in Komposthaufen und in den Töpfen unserer Zimmerpflanzen, wo er an den Wurzeln Schaden anrichtet.

In der Unterordnung der PROSOPOREN (Prosopora) vereinigt man jene Wenigborster, deren männliche Geschlechtsöffnungen im Hodensegment selbst oder bei mehreren Hodensegmenten im letzten liegen. Hierher gehören zwei in Bau und Lebensweise sehr verschiedene Familien: die Lumbriculiden und die Branchiobdelliden (s. unten). Die LUMBRICULIDEN (Lumbriculidae) sind in ihrem Aussehen und in ihrer Beborstung den Regenwürmern ähnlich, aber kleiner (vom lateinischen *lumbricus* = Regenwurm und *lumbriculus* = Regenwürmchen). Sie lassen sich von ihnen leicht durch ihre Neigung unterscheiden, sich beim geringsten Anlaß zu zerstückeln. Da die Teilstücke in Kürze das Fehlende ergänzen, führt die Selbsterteilung (Autotomie) zur ungeschlechtlichen Vermehrung. Die bekannteste Art ist *Lumbriculus variegatus* (L 8 cm), ein Bewohner des Fallaubs in Waldtümpeln und der Uferzone verlandender Gewässer. Beim Versiegen der Tümpel und Trockenfallen der Uferzone ziehen sich die Würmer in den feuchten Boden zurück.

Nicht Regenwürmern, sondern Egel gleichen die Angehörigen der Familie der KIEMENEGEL (Branchiobdellidae), bei uns durch vier Arten der Gattung *Branchiobdella* (L 3–12 mm) vertreten, die alle am Flußkrebs schmarotzen. Sie sind plump, und ihre drei letzten Körperringe bilden einen Saugnapf, vor dem rückseitig der After liegt. Die Mundhöhle ist mit kräftigen Kiefern ausgestattet, mit denen die kleinen Würmer die zarten Gelenkhäute ihrer Wirte durchbeißen, um ihr Blut zu saugen und die weichen Gewebe zu verzehren. Wie die echten Egel sind die Kiemenegel unborstet, und wie sie bewegen sie sich spannerartig. In ihrer Jugend ernähren sie sich noch nach Art ihrer Verwandten von organischen Zersetzungsstoffen.

Die letzte Gruppe der Wenigborster ist durch die Ausmündung der Samenleiter mehrere Segmente hinter den Hodensegmenten gekennzeichnet. Diese Wenigborster werden daher OPISTHOPOREN (Unterordnung Opisthopora; vom griechischen *οπισθεν* = hinten) genannt. Mit etwa zweieinhalbtausend Arten stellen sie rund vier Fünftel aller Wenigborster. Weitaus die meisten sind »Regenwürmer«, nur die artenarme Familie der BRUNNENWÜRMER (Haplo-

Familie
Kiemenegel

taxidae] bildet eine Ausnahme. *Haplotaxis* (*Phreoryctes*) *gordioides* ist ein Bewohner unserer Grundwässer und gelangt gelegentlich in Quellen, Brunnen oder gar Wasserhähnen ans Tageslicht. Mit fast einem halben Tausend Segmenten wird er dreißig Zentimeter lang, aber nur reichlich einen Millimeter dick. Wie der Brunnenkrebs (S. 502) und andere Grundwassertiere bewohnt er auch das Tiefenwasser großer Seen. Auch *Criodrilus lacuum* (Familie Criodrilidae) lebt im Wasser; mit derselben Länge wie der Brunnenwurm steht er auch mit seinen rund vierhundertfünfzig Körperringen nicht viel hinter diesem zurück, ist aber erheblich dicker (\varnothing 5 mm). So ist er in seiner Gestalt einem Regenwurm ähnlicher.

Regenwürmer

Die REGENWÜRMER (Abb. S. 352) zählen zu mehreren Familien. Sie sind Bodenbewohner und erreichen je nach Art unterschiedliche Längen (bei uns 2–30 cm), der RIESENREGENWURM (*Megascolides australis*) im australischen Busch bei etwa drei Zentimeter Dicke sogar bis zu drei Meter.

Die Familie der MEGASCOLECIDEN (Megascolecidae) ist mit ihren vielen Arten auf die warmen Länder beschränkt, während unsere einheimischen Regenwürmer durchweg zur Familie der LUMBRICIDEN (Lumbricidae) gehören. Sie umfaßt etwa hundertsechzig Arten, von denen fünfunddreißig der Tierwelt Deutschlands angehören. Der Leser mag sich hier fragen, wie sich von diesen doch recht einförmigen Tieren so viele Arten unterscheiden lassen. Hierzu zählt man aus, in welchem Körperring die Geschlechtsöffnungen liegen und über welche Ringe sich der Gürtel und besonders, auf Warzen sitzende Borsten erstrecken, ebenso die »Pubertätswälle«, drüsige Verdickungen der Haut im Bereich des Gürtels. Dazu gibt es jeweils Merkmale der Farbe, der Zeichnung, des Glanzes, der Form des Kopflappens und manches andere. Unsere häufigste Art ist der GEMEINE REGENWURM (*Lumbricus terrestris*, GL bis 30 cm), der »Tauwurm« der Angler, ein Besiedler vor allem von Lehmböden. In Humusböden dagegen trifft man vorwiegend den oberseits rotbraunen bis violetten *Lumbricus rubellus* (L bis 15 cm) und den kleineren, oberseits kastanienbraunen bis braunvioletten *Lumbricus castaneus* (L bis 5 cm) an. Gewässernahe Böden von hoher Feuchtigkeit beansprucht die am vierkantigen Hinterende leicht kenntliche *Eiseniella tetraedra* (L bis 5 cm). Ebenfalls auf feuchte Böden oder auch feuchtes, faulendes Laub angewiesen ist die grünliche *Allolobophora chlorotica* (L bis 7 cm), während die rote *Allolobophora rosea* (L bis 8 cm) hinsichtlich der Bodenart durchaus nicht wählerisch ist. Unser farbenprächtigster Regenwurm ist der MISTWURM (*Eisenia foetida*; L bis 13 cm); er ist gelblich gefärbt und trägt auf jedem Ring eine rote bis braune Querbinde. Seine Vorliebe für Dünger und Kompost trug ihm den deutschen Namen ein, sein Geruch den lateinischen Artnamen (*foetida* = die »Stinkende«).

Vielleicht mag es dem Unkundigen lächerlich erscheinen, diesen so unauffälligen und verborgen lebenden Tieren überhaupt Beachtung zu schenken, doch besteht sie zu vollem Recht: »Man kann wohl bezweifeln, ob es noch viele andere Tiere gibt, welche eine so bedeutungsvolle Rolle in der Geschichte der Erde gespielt haben wie diese so niedrig organisierten Geschöpfe«, so urteilte Charles Darwin am Schluß seiner im Jahre 1881 erschienenen Abhandlung über »Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Wür-



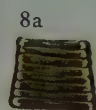
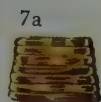
Regenwürmer (Mistwürmer) in Paarung (s. S. 380). Man beachte die vom Gürtel (Clitellum, 26. bis 31. Körperring) gebildete gemeinsame Schleimhülle.

mer mit Beobachtung über deren Lebensweise«. Die Regenwürmer verzehren Erde und verdauen aus ihr die bereits von anderen Tieren und von Bakterien zersetzten organischen Stoffe, während sie die anorganischen Anteile im Kot ausscheiden. Der Erdverzehr geschieht jedoch nicht wahllos: Schon einmal leerverdauter Regenwurm Kot wird als Nahrung gemieden; die Regenwürmer ergreifen auch Fallaub von der Erdoberfläche und ziehen es in die Röhre hinab. Das kann sogar jungen Pflänzchen widerfahren, was den Regenwürmern dann bei kleinlicher Auslegung als »Schaden« vorgeworfen wird. Ungleich größer ist aber ganz ohne Zweifel ihr Nutzen für die Bodenbildung: Der organische Bestandsabfall wird mit dem Boden gründlich zu »Tonhumus-Komplexen« verarbeitet; der Boden wird ständig umgeschichtet und durch die Wohnröhren bis in die Tiefe gelockert; durch die Durchlüftung des Bodens vermehren sich die Bodenbakterien, die nun ihrerseits den Abbau der organischen Stoffe beschleunigen und ihre mineralischen Bestandteile für die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln frei machen. So wird die Tätigkeit der Regenwürmer eine Voraussetzung für die Fruchtbarkeit der Böden; das ließ sich auch in Versuchen zeigen, in denen wurmbesiedelte Böden erheblich größere Ernten lieferten als wurmfreie. Wie sich hier viel Kleines zu Großem häuft, ergaben die Wägungen der von Regenwürmern im Laufe eines Jahres auf einem Quadratmeter guter Wiese zutage geförderten Kothäufchen: Sie wogen 4,4 bis acht Kilogramm. Auf den Morgen umgerechnet schichten die Regenwürmer daher im Jahr elf bis zwanzig Tonnen Erde um.

Die Lebensäußerungen der Regenwürmer sind nicht gerade leicht zu beobachten, denn das meiste geschieht im Erdboden. Mit Geduld kann man draußen oder an der »Wurmbox« die Entstehung der Kothäufchen verfolgen und ein Blatt (oder als Fehlleistung eine Vogelfeder) allmählich in der Wohnröhre verschwinden sehen; man kann dabei auch die erstaunliche Kraft feststellen, mit der der Wurm am anderen Ende zieht. Viele Regenwürmer paaren sich im Boden, unser Gemeiner Regenwurm aber auf der Erde. Nach einem warmen Frühlingsregen in den frühen Morgen- oder den späten Abendstunden kriechen diese Regenwürmer mit halbem Leibe aus ihrer Röhre und legen sich zu zweit so aneinander, daß ihre Kopfenden in entgegengesetzte Richtung weisen und die großen Bauchborsten nahe dem Vorderende und in der Gürtelgegend sich tief in die Bauchseite des Partners einhaken. Schleimausscheidung der Gürtel der beiden Tiere bilden nun eine diese Körperabschnitte beider Tiere gemeinsam umhüllende Röhre. Durch die Ausscheidung erhärtenden Schleimes hat sich auch die bauchseitig von den männlichen Geschlechtsporen nach hinten führende Samenrinne zu einem Kanal geschlossen, in dem nun der Samen zur Öffnung der Samentaschen des Partners fließt und sie füllt. Der ganze Vorgang bis zur Trennung dauert zwei bis drei Stunden (Abb. S. 379).

Ebenfalls bei der Ablage und Befruchtung der Eier bildet der Schleim des Gürtels eine Hülle, die zur Eikapsel erhärtet. Sie birgt beim Gemeinen Regenwurm nur ein Ei, beim Mistwurm aber zwei bis fünf Eier. Das junge Würmchen verläßt die Eikapsel nach etwa drei bis vier Wochen. Wieviel fesselnde Dinge ein geduldiges Studium dieser Tiergruppe zu enthüllen vermag,

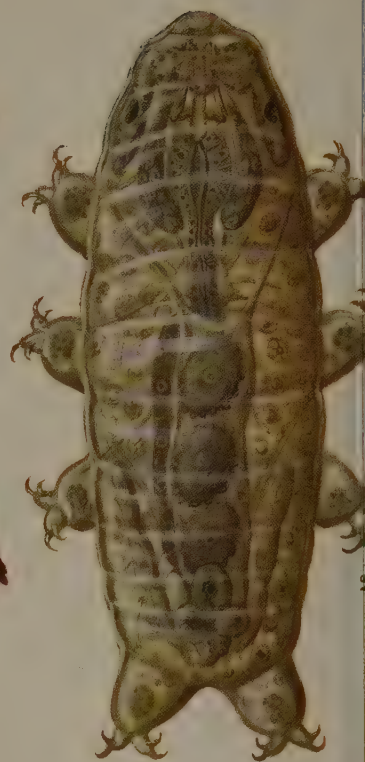
- Egel (Ordnung Hirudinea s. S. 383)
- Rüsseegel (Unterordnung Rhynchobdellae, s. S. 384)
- 1. Enteneegel (*Thermomyzon tessulatum*, s. S. 384)
- 2. Zweiaugiger Platteneegel (*Helobdella stagnalis*, s. S. 384)
- 3. Gesäumter Platteneegel (*Hemiclepsis marginata*, s. S. 384)
- 4. Großer Schnekenegel (*Glossiphonia complanata*, s. S. 384)
- 5. Kleiner Schnekenegel (*Glossiphonia heteroclita*, s. S. 384)
- 6. Gemeiner Fischeegel (*Piscicola geometra*, s. S. 385)
- Kiefereegel (Unterordnung Gnathobdellae, s. S. 385)
- 7. Medizinischer Blutegel (*Hirudo medicinalis*, s. S. 385)
- 7a. Medizinischer Blutegel (Abschnitt der Bauchseite)
- 8. Ungarischer Blutegel (*Hirudo medicinalis officinalis*, s. S. 385)
- 8a. Ungarischer Blutegel (Abschnitt der Bauchseite)
- 9. Pferdeegel (*Haemopsis sanguisuga*, s. S. 385)
- Schlundegel (Unterordnung Pharyngobdellae, s. S. 386)
- 10. Hundeeegel (*Erpobdella octoculata*, s. S. 386)



1



3

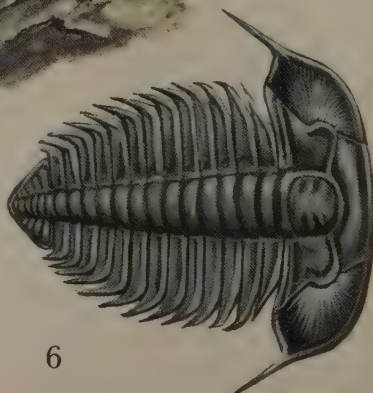


5a

Grossmann



5b



6



4

Bärtierchen (Stamm Tardigrada, stark vergrößert, s. S. 390):

1. *Echiniscus blumi* (vgl. S. 391)

2. *Macrobiotus hufelandi* (Weibchen, s. S. 391)

Stummelfüßler (Stamm Onychophora, s. S. 387):

3. *Heteroperipatus engelhardi* (Weibchen, s. S. 389)

Zungenwürmer (Stamm Pentastomida, s. S. 391):

4. *Armillifer armillatus* (vgl. S. 391)

Trilobiten (Klasse Trilobita, ausgestorben, s. S. 401):

5. *Ceratarges armatus*.

a) Originalpräparat im Senckenbergmuseum, Frankfurt (2 $\frac{1}{2}$ -fach vergrößert), b) Rekonstruktion nach E. Richter (natürliche Größe)

6. *Olenus*-Art

mag der Leser aus der genannten Arbeit Darwins entnehmen, die in deutscher Übersetzung durch Viktor Carus im vierzehnten Bande der gesammelten Werke Darwins 179 Seiten füllt. Hier sei nur noch ein Satz aus dieser lesenswerten Schrift angeführt: »Die Archäologen wissen wahrscheinlich nicht, wieviel sie in bezug auf die Erhaltung vieler antiker Gegenstände den Würmern verdanken.«

Feinde der Regenwürmer im Boden sind vor allem die Maulwürfe, die Larven der Laufkäfer, die Erdläufer (*Geophilus*; s. S. 515) unter den Hundertfüßern und in allererster Linie die Bodennäse, durch die im Boden Sauerstoffnot entsteht. Ihr entziehen sich die Regenwürmer dadurch, daß sie aus dem Boden hervorkommen. Hier aber droht ihnen das Tageslicht und vor allem die Schar der »wurmenden« Vögel. Auch die in den Boden eindringenden Pflanzenschutzmittel sind für die Regenwürmer eine Gefahr. Sommerliche Trockenheit und winterliche Kälte dagegen sind für sie ungefährlich, da sie ihnen in die Tiefe ausweichen können. Hier graben sie sich Höhlen, die sie mit ihrem Kot auskleiden und in denen sie zusammengerollt die Notzeit verschlafen.

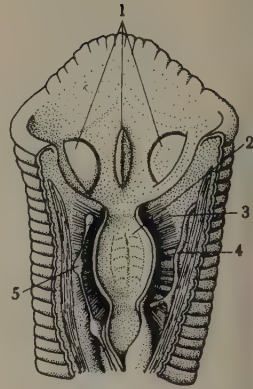
Die zweite Ordnung der Gürtelwürmer bilden die EGEL (Hirudinea; Abb. S. 352). Sie stammen von Wenigborstern ab: Die an den ersten fünf Ringen nach Art der Wenigborster borstentragenden Borstenegel bilden die verbindende Brücke zwischen den beiden Ordnungen. Die Zahl der Segmente vom Kopflappen bis zum hinteren Saugnapf beträgt einheitlich sechsundzwanzig; dieser selbst wird bei den Borstenegeln von vier, bei allen übrigen von sieben weiteren Segmenten gebildet, so daß sich ihre Gesamtzahl auf dreißig und dreiunddreißig beläuft. Von außen betrachtet, scheint ihre Zahl freilich viel größer zu sein, doch entsprechen von den zahlreichen äußerlichen Ringeln stets mehrere einem echten Segment, beim Medizinischen Blutegel zum Beispiel fünf. Mit Ausnahme der Borstenegel besitzen die Egel im Umkreis der Mundöffnung eine Haftscheibe. Vor der hinteren Haftscheibe liegt der After auf der Körperoberseite. Der Mitteldarm ist vor allem bei den Blutsaugern mit seitlichen Blindsäcken ausgestattet; sie fassen eine beträchtliche Menge Blut — eine Anpassung daran, daß sich die Gelegenheit zum Blutsaugen meist nur in größeren Zeitabständen bietet. Leibeshöhle und Blutgefäßsystem sind bei den Borstenegeln noch den Wenigborstern ähnlich. Bei allen übrigen Egeln ist die Leibeshöhle durch Bindegewebe mehr oder weniger eingeengt und dient bei Rückbildung des Blutgefäßsystems an dessen Stelle als Raum für das Blut. Ein solcher blutgefüllter Leibeshöhlenrest umgibt auch das Bauchmark, dessen vordere und hintere Nervenknotten je zu einer die Haftscheiben versorgenden Nervenmasse vereinigt sind. In Leibeshöhlenreste öffnen sich auch die Trichter der Ausscheidungsorgane (Metanephridien), die in vielen Segmenten paarig auf der Bauchseite nach außen münden. Alle Egel sind Zwitter mit einem Paar Eierstöcken und mehreren Hodenpaaren (Abb. S. 384).

Die Paarung der Egel geht anders vonstatten als die der Wenigborster: Die Kiefernegel legen sich bauchseitig aneinander, doch im Gegensatz zu den Wenigborstern gleichgerichtet. Dann wird der Samen dem Partner mit Hilfe eines ausstülpbaren Begattungsgliedes in die Scheide eingespritzt. Blut- und

Pferdeegel kriechen hierzu an Land. Anders paaren sich die meisten Rüsselegel und die Schlundegel: Sie bilden Samenpatronen, die bei der Paarung mit dem Samen gefüllt werden und dem Partner auf die Haut geklebt werden. Sie durchdringen sein Oberhäutchen und geben ein Zellen auflösendes Ferment frei, das dem Samen den Weg durch die Haut und den Hautmuskelschlauch in die Leibeshöhlengefäße und schließlich zu den Eierstöcken bahnt. Diese Form der Begattung erinnert an die der einfachsten Strudelwürmer (s. S. 282), aber ebenso auch an die der Bettwanzen (s. Band II, S. 174). Die Eier werden wie bei den Wenigborstern in einer vom Gürtel ausgetragenen Eikapsel (dem Kokon) abgelegt. Die Egel kriechen wie die Spannerraupe »spannend«, wobei sie abwechselnd mit ihrem Vorder- und ihrem Hinterende am Untergrund haften. Die Borstenegel benutzen dazu am Vorderende ihre Borsten, die übrigen Egel ihre Haftscheibe, alle aber am Hinterende ihre Haftscheibe. Dazu sind die meisten Egel gute Schwimmer. Sie platten sich dabei ab und vollführen senkrechte Wellenbewegungen, die sie in waagerechter Richtung vorantreiben.

Die zwischen den Wenigborstern und den Egel n vermittelnde Unterordnung der BORSTENEGEL (*Acanthobdellae*) hat sich mit nur einer Art aus jenen Zeiten, als die Egel aus Wenigborstern entstanden, in unsere Tage hinübergerettet. Diese *Acanthobdella peledina* (L bis 37 mm) schmarotzt auf Süßwasserfischen vor allem aus der Verwandtschaft der Lachse im nördlichen Eurasien von Skandinavien bis zum Stromgebiet der Lena.

Die Unterordnung der RÜSSELGEL (*Rhynchobdellae*) ist dadurch gekennzeichnet, daß der Vorderdarm als Stechrüssel aus dem Mundsaugnapf vorgestülpt werden kann. Der ENTENEGEL (*Theromyzon tessulatum*; L bis 5 cm; Abb. S. 381) dringt in Mund und Nase von Schwimmvögeln ein und saugt Blut aus ihren Rachen- und Nasenschleimhäuten; die Vögel können bei stärkerem Befall durch Verstopfung der Atemwege ersticken. Man findet diesen Egel in vier Größenklassen, zwischen denen jeweils eine solche Blutmahlzeit liegt. Der ZWEIÄUGIGE PLATTEGEL (*Helobdella stagnalis*; L bis 1 cm; Abb. S. 381) saugt an Mückenlarven, Wasserrasseln, Wasserflöhen und Schnecken. Ebenfalls an Kleingetier, aber dazu auch an Fischen und Lurchen, saugt die durch ihre hübsche Zeichnung und ihre Lebhaftigkeit auffallende *Hemiclepsis marginata* (L bis 3 cm; Abb. S. 381). Bei uns in stehenden und fließenden Gewässern häufig sind die beiden an Schnecken saugenden *Glossiphonia*-Arten: der GROSSE SCHNECKENEGEL (*Glossiphonia complanata*; L bis 3 cm; Abb. S. 381) und der KLEINE SCHNECKENEGEL (*Glossiphonia heteroclita*; L bis 1 cm; Abb. S. 381). In der Familie der KNORPEGEL oder PLATTENEGEL (*Glossiphoniidae*), zu der die vorgenannten Egel alle zählen, greifen einige Arten auch den Menschen an, so die osteuropäische *Haementeria costata* (L bis 7 cm) und vor allem die mittel- und südamerikanische *Haementeria officinalis* (L bis 8 cm); sie wird in Mexiko medizinisch als Schröpfegel verwendet. Man hat den Menschenblut saugenden Haementarien die Übertragung von Krankheitserregern angelastet, doch gibt es hierfür keine Beweise; für Fische und Frösche dagegen sind Rüsselegel die Überträger gefährlicher Trypanosomen. Eine Eigentümlichkeit der Knorpegel ist ihre Brutpflege: Die auf eine Unterlage angehefteten Kokons werden mit dem Leib überdeckt, der ihnen durch Wellenbewegung stän-



Vorderende eines Medizinischen Blutegels, bauchseitig geöffnet (s. S. 383). Vorne die drei mit Zähnen besetzten Kiefer (1), dahinter der Schlundkopf (2) mit der ihm ansitzenden strahligen Saugmuskulatur (3), rechts das Bauchgefäß (4), links das Bauchmark (5).

Unterordnung
Rüsselegel

dig Frischwasser zuführt. Andere Arten aber tragen die Eikapseln am Bauch, an dem sich auch die Jungegel noch längere Zeit aufhalten. Der Kleine Schnekenegel und der Zweiaugige Plattegel haben auf der Bauchseite sogar eine vorgebildete Stelle zur Anheftung der Jungen, und die südafrikanische *Marsupiobdella africana* hat hierzu gar einen Brutbeutel ausgebildet.

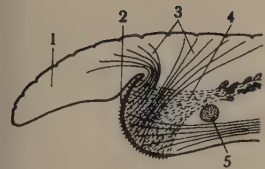
Familie Fischegel

Aus der Familie der FISCHEGEL (Ichthyobdellidae) ist der GEMEINE FISCHEGEL (*Piscicola geometra*; L bis 5 cm; Abb. S. 376 u. 381) die bekannteste Art. Mit ihrem großen Endsaugnapf sitzt sie oft stunden- oder gar tagelang regungslos wie ein Pflanzenast an einer Pflanze fest, bis ein Fisch in ihre Nähe gelangt. Durch seinen Schatten oder die Wasserbewegung ausgelöst, beginnt der Fischegel nun hin und her zu schwingen, bis sein vorderer Saugnapf den Fisch berührt. Sofort heftet er sich an seinem Opfer fest, während der hintere Saugnapf sich von der Unterlage löst. So verweilt er auf dem Fisch einige Tage, zuweilen sogar fast einen Monat lang. Starker Egelbefall läßt den Fisch infolge hohen, ständigen Blutverlustes abmagern, auch überträgt der Fischegel den Erreger der Bauchwassersucht. Einige Arten der Fischegel leben im Meer und saugen hier an Rochen, Knochenfischen und Schildkröten.

Die KIEFEREGEL (Unterordnung Gnathobdellae) tragen im Schlund drei mit Zähnnchen besetzte Kieferplatten, mit denen sie die Haut ihrer Opfer anschneiden. Am bekanntesten ist der MEDIZINISCHE BLUTEGEL (*Hirudo medicinalis*; L bis 15 cm; Abb. S. 381 u. vgl. Abb. S. 352) mit sechs roten oder braunen Längsbinden auf der Rückenseite und mit geflecktem Bauch. Er diente einst und dient zum Teil auch heute noch als Schröpfegel und ist daher bei uns infolge der Nachstellung selten geworden. So ersetzt man ihn heute durch den eingeführten UNGARISCHEN BLUTEGEL (*Hirudo medicinalis officinalis*; Abb. S. 381 u. vgl. Abb. S. 352), eine Unterart mit nur vier Längsbinden und mit ungeflecktem Bauch.

Zur Nahrungsaufnahme preßt der Egel seine Kiefer auf die Haut des Opfers und schneidet wie mit Kreissägen ein; die Wunde hat die Form eines dreistrahligen Sterns. Zugleich scheiden die zwischen den Kiefern mündenden Speicheldrüsen Hirudin ab, das die Gerinnung des Blutes verhindert. So saugt er etwa zehn bis fünfzehn Milliliter Blut, doch fließen auch nach seiner Ablösung noch etwa zwanzig bis fünfzig Milliliter aus der Wunde. Im Egel-darm wird das Blut durch Wasserentzug eingedickt und verdaut, wozu der Egel etwa ein halbes Jahr benötigt. Besondere Darmbakterien (*Pseudomonas hirudinis*) verhindern die Fäulnis des gespeicherten Blutes; sie sind es auch, die es so erstaunlich langsam abbauen. Diese so überaus sparsame Nahrungszuteilung durch das Bakterium erlaubt dem Blutegel, mit einer einzigen Darmfüllung eineinhalb Jahre auszukommen; aber selbst nach dieser langen Zeit braucht er noch nicht zu verhungern, falls er nicht gleich ein neues Opfer findet. Der Abbau der eigenen Körpermasse gestattet ihm dann noch ein freilich dahinkümmerndes Dasein. Mit diesem im Tierreich einzig dastehenden Hungervermögen erweist sich der Blutegel nach R. Lotz als der geeignetste Versuchskosmonaut für langfristige Weltraumfahrt.

Der Blutegel ist bei uns im Freien selten geworden; dagegen ist sein mit ihm häufig verwechselter Verwandter, der PFERDEEGEL (*Haemopsis sanguisuga*; L bis 15 cm; Abb. S. 381), in stehenden und fließenden Gewässern noch häu-



Oberlippe (1) und mittlerer Kiefer (2) eines Blutegels im Längsschnitt mit den Muskeln (3), welche die »Kreissäge« bewegen. Die Ausführungsgänge (4) der Speicheldrüsen gestrichelt, das Gehirn (5) punktiert.

fig. Obwohl sein griechischer Gattungsname und sein lateinischer Artnamen »Blutsauger« bedeuten, ist er doch keiner. Seine Kieferzähnnchen sind zu klein und zu wenig zahlreich, um eine Haut zu durchschneiden. So nährt er sich als Schlänger von Würmern, Insektenlarven und überhaupt von allem, was er unzerteilt bewältigen kann. Die schwachen Aussackungen seines Darmes und die Weite seines Afters sind dieser Ernährungsweise angepaßt. Seine so unpassenden Namen »Pferdeegel« und »Blutsauger« erhielt er durch eine Verwechslung mit seinem blutsaugenden Doppelgänger, dem südeuropäisch-nordafrikanischen ROSSEGEL (*Limnatis nilotica*; L bis 10 cm). Er lebt in Quellen und Pfützen, die Rindern und Einhufern als Tränke dienen. Beim Trinken dringen die Egel zuweilen in großer Zahl in die Nasenhöhle, den Rachen, den Kehlkopf und die Speiseröhre ein und können durch die Schwelung der befallenen Atemwege zum Erstickungstod führen. Auch der Mensch wird beim Trinken aus solchen Gewässern vor allem von den leicht zu übersehenden Jungiegeln befallen, die sich für Tage oder gar für Wochen im Rachen, auf den Mandeln, in der Nasenhöhle oder auf den Stimmbändern festsetzen. Die Truppen Frankreichs während der Ägyptenfeldzüge hatten unter ihnen sehr zu leiden.

Die schlimmste Plage für den Menschen sind aber die LANDEGEL (Familie Haemadipsidae), die mit etwa fünfzig Arten Süd- und Südostasien, Ozeanien, Madagaskar und Südamerika bevölkern. Wegen seines massenhaften Vorkommens auf Ceylon ist der CEYLONEGEL (*Haemadipsa zeylanica*; L bis 3 cm) berüchtigt. Er vermag sich durch die kleinsten Lücken der schützenden Kleidung zu zwängen und gelangt so auf die Haut des Reisenden, die er schmerzlos anschneidet. Die Menge dieser Blutsauger und das lange Nachbluten der Wunden führen zu starken Blutverlusten. Die Egel nehmen ihr Opfer nicht nur durch Erschütterungen wahr, sondern auch durch den Geruch; so wandern sie in Scharen gegen den Wind auf stillstehende Menschen und Tiere zu. Der einzige heimische Landegel, *Xerobdella lecomtei* (L bis 4 cm), saugt in den Alpen das Blut des Alpensalamanders, verzehrt aber auch allerlei Kleingetier. Er kommt nur bei Regen und in luftfeuchten Nächten aus seinem Bodenversteck hervor.

Familie
Landegel

Den SCHLUNDEGELN (Unterordnung Pharyngobdellae) fehlen Rüssel und bezahnte Kiefer, dafür ist ihr Schlund ungewöhnlich lang und muskulös. Sie sind daher durchweg Schlänger, doch vermag der in stehenden und langsam fließenden Gewässern häufige HUNDEGEL (*Erpobdella octoculata*; L bis 6 cm; Abb. S. 381) von der Beute mit seinen Kieferwülsten Stücke abzuklemmen; Wasserschnecken saugt er mit Hilfe seiner Schlundmuskeln aus. Die wenigen heimischen Schlundegel sind Süßwasserbewohner, die in Südamerika lebenden Angehörigen derselben Familie (*Erpobdellidae*) aber merkwürdigerweise durchweg Bodenbewohner (»Erdegel«).

Unterordnung
Schlundegel

Dreizehntes Kapitel

Stummelfüßer, Bärtierchen und Zungenwürmer

Die drei nun folgenden Tierstämme der STUMMELFÜSSER, BÄRTIERCHEN und ZUNGENWÜRMER weisen sich durch viele Merkmale als echte Gliedertiere aus; man darf daher annehmen, daß sie unabhängig von den Gliederfüßern gleichfalls aus »Gliederwürmern« hervorgingen. Keineswegs sind sie aber Vorfahren der Gliederfüßer und damit auch nicht Bindeglieder zwischen ihnen und den »Gliederwürmern«. Jeder dieser drei kleinen Tierstämme hat in Vorzeiten eine eigene Entwicklungsrichtung eingeschlagen. Zwar faßt man sie zuweilen als PARARTHROPODA (deutsch: neben den Gliederfüßern stehende Tiere) oder als KRALLENFÜSSER (Oncopoda) zusammen; doch sie sind möglicherweise untereinander nicht näher verwandt als mit den Gliederfüßern. Es besteht daher kein Grund, die Stummelfüßer, Bärtierchen und Zungenwürmer als stammesgeschichtliche Einheit zu sehen.

Stammesgeschichte
von E. Thenius

Durch Stummelfüßer (s. unten) sind die Pararthropoden mit der Gattung *Aysheaia* seit dem Mittelkambrium von Britisch-Kolumbien (vor 540 Millionen Jahren) nachgewiesen; sie zeigen, daß diese Formen nicht auf dem Lande lebten, sondern Meeresbewohner waren. Dieser Ursprung läßt es verständlich erscheinen, wenn die Stummelfüßer beim Übergang zum Landleben nicht nennenswert über feuchte Lebensräume (Feuchtluft-Biotope) hinausgekommen sind.

Stamm
Stummelfüßer
von O. Kraus

Die heute lebenden STUMMELFÜSSER (Stamm Onychophora; GL bis 15 cm) sind sämtlich lichtscheue Tiere des Festlands, die auf die Tropenzone und die anschließenden Südkontinente beschränkt sind. Neben einer bleichen Höhlenform und anderen mehr grau- und bräunlichgefärbten Vertretern kennt man rötlich-, orange-, grün-, blaugrün- oder auch bläulichgefärbte Arten, die teils sogar gestreift oder gesprenkelt sind. Sie kommen in Lebensräumen mit verhältnismäßig hoher Luftfeuchtigkeit vor, insbesondere unter faulendem Holz und im modernden Laub der Wälder.

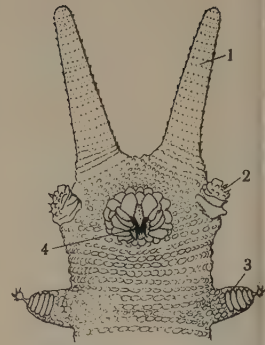
Der Körper der Stummelfüßer ist von einem nur sehr dünnen Chitinhäutchen umhüllt (Dicke kaum 0,001 Millimeter). Ihre Haut trägt zahllose Papillen und hat eine dichtgedrängte, feine Ringelung, die jedoch in keiner Beziehung zur eigentlichen Körpergliederung steht. Vielmehr kommt die Gliederung in der Anordnung der vierzehn bis dreiundzwanzig Paar Laufbeine zum Ausdruck, die — ihrer Gestalt entsprechend — dem ganzen Tierstamm zu der treffenden Bezeichnung »Stummelfüßer« verholfen haben. Diese

Beine erweisen sich als gleichfalls geringelte Ausstülpungen des Körpers, deren Unterseite eine Art Laufsohle zeigt, während der Endabschnitt eine doppelhakige Kralle (Onychium) trägt; hierauf nimmt die wissenschaftliche Bezeichnung Onychophora (Klauenträger) Bezug. Es liegt nahe, diese Gebilde mit den entsprechenden Krallen beziehungsweise Haken der Bärtierchen und Zungenwürmer zu vergleichen. Am Vorderende fallen zwei Fühler besonders auf, die als abgewandeltes erstes Gliedmaßenpaar anzusehen sind. Zwischen diesen Fühlern und dem ersten eigentlichen Laufbeinpaar liegen die Mund- oder Oralpapillen. Sie tragen keine Krallen; statt dessen münden an ihrem Ende die kräftig entwickelten Wehrdrüsen aus, die aber wohl auch beim Beutefang eine Rolle spielen. Die Tiere können daraus je einen Fächer klebrig-schleimiger Absonderung hervorspritzen, die dreißig, ja sogar fünfzig Zentimeter weit durch die Luft fliegen kann; wie ein Netz fällt sie auf den Gegner, der hierdurch regelrecht gefesselt wird.

Die Mundpapillen haben als drittes Gliedmaßenpaar zu gelten, denn das zweite ist in Beziehung zum Mundvorraum getreten und steht im Dienst der Nahrungsaufnahme. Von diesem zweiten Gliedmaßenpaar sind überhaupt nur noch die zu sichelartigen Klingen umgewandelten Krallen und damit die Endabschnitte erhalten. Hiermit schneiden und schlitzen die Stummelfüßer eine Öffnung in ihre Beute (z. B. Termiten, Asseln, Schnecken, Würmer), durch die sie verdauenden Speichel übertreten lassen. Er löst alle Weichteile auf, so daß die verflüssigte Nahrung aufgesogen werden kann. Die um den Mund herum angeordneten kissenartigen Polster bewirken die erforderliche Abdichtung. Der Mitteldarm läuft gerade durch den Körper. In ihm werden die derart aufgenommenen Stoffe in ein durchlässiges Häutchen eingeschlossen und zugleich verdaut. Die unverdaulichen Nahrungsbestandteile sind immer noch von dieser Hülle umgeben, wenn sie schließlich aus der am Körperende gelegenen Afteröffnung als Kot abgesetzt werden. Weiterhin stehen segmental angeordnete Nierenorgane (Nephridien) im Dienste der Stoffausscheidung; sie münden jeweils auf der Unterseite der Laufbeine und hier nahe dem Grund.

Bemerkenswert sind die Atmungsorgane der Stummelfüßer, denn seit den Untersuchungen von Moseley ist bekannt, daß es sich dabei um Tracheen (s. S. 507) handelt, die von überaus zahlreichen, winzigen und unregelmäßig über den Körper verteilten Atemöffnungen ausgehen. Natürlich hat man Vermutungen angestellt, inwieweit es sich dabei um eine Vorstufe der viel höher entwickelten Atmungsorgane (Tracheensysteme) der Gliederfüßer (s. S. 397) handeln könne. Das ist jedoch unwahrscheinlich, denn mehrere Gesichtspunkte sprechen dafür, daß die Atmung mittels Tracheen von den Stummelfüßern unabhängig »erfunden« wurde. Der Gasaustausch braucht somit nicht etwa über den Blutkreislauf zu erfolgen. Deshalb verwundert es nicht, wenn nur verhältnismäßig einfache Kreislauforgane vorhanden sind. Es handelt sich hier um ein pulsierendes Rückengefäß, das in Bau und Wirkungsweise ganz und gar dem Schema der Gliederfüßer gleichkommt.

Als Nachttiere verfügen die Stummelfüßer nur über zwei einfache Linsenaugen, die am Grunde der Fühler liegen und kaum 0,3 Millimeter Durchmesser erreichen. Andererseits ist jedoch eine Vielzahl von Hautsinneszellen



Stummelfüßer. 1 Fühler, 2 Oralpapillen, 3 Laufbein, 4 Kiefer.

Nachttiere

vorhanden. Das eigentliche Nervensystem besteht aus dem Gehirn (Ober-schlundganglion), das in einen paarigen Bauchstrang übergeht; er ist aber nicht in segmental angeordnete Verdickungen (Ganglien) gegliedert — im Gegensatz zum »Strickleiter-Nervensystem« der Gliederfüßer.

Die Fortpflanzung erfolgt auf sehr merkwürdige Weise. Ihre Samenpakete (Spermatophoren) setzen die Männchen nämlich einfach an irgendeiner Stelle der Körperoberfläche der Weibchen ab, zum Beispiel am Rücken oder an den Flanken. Hier erfolgt jeweils ein Gewebszerfall, so daß das Sperma in den weiblichen Körper einwandern kann; dort gelangt es zu den Eierstöcken und besamt die reifen Eier.

Die Männchen einiger Peripatiden (s. unten) »bemühen« sich offenbar nicht sonderlich darum, weibliche Partner zum Ablagern der Samenpatronen zu finden. Stoßen sie auf andere Männchen oder auf Jungtiere, so heften sie auch ihnen die Samenpakete an. »Frauenknappheit« kann außerdem dazu führen, daß sich sämtliche Peripatidenmännchen eines bestimmten Gebietes mit einem einzigen Weibchen abgeben. Einmal untersuchte ein Biologe ein solches Weibchen und stellte fest, daß der ganze Körper des Tieres mit nicht weniger als hundertachtzig Samenpaketen bedeckt war. — Man hat alle Übergänge beobachtet zwischen Formen, die ihre verhältnismäßig großen, dotterreichen Eier »normal« ablegen über andere Vertreter, bei denen die Entwicklung der gleichfalls dotterreichen Eier im Muttertier abläuft, so daß fertige Jungtiere geboren werden, bis hin zu Stummelfüßern, bei denen der heranwachsende Keim sogar von der Mutter ernährt wird. Im letzteren Fall sind die Eier dotterarm und deshalb klein; die Nährstoffe werden dem Keimling über ein besonderes Hilfsorgan (Plazenta) zugeführt. Auch hier kommen natürlich fertig entwickelte Jungtiere zur Welt.



Verbreitung der auf die Tropenzone beschränkten Peripatiden und der weiter südlich vorkommenden Peripatopsiden.

Bisher sind rund siebzig Arten von Stummelfüßern bekanntgeworden. Sie verteilen sich auf zwei Teilgruppen, die PERIPATIDEN (Peripatidae; deutsch: Spaziergänger) und die PERIPATOPSIDEN (Peripatopsidae). Die Peripatiden bewohnen das tropische Amerika (z. B. *Heteroperipatus engelhardi*; Abb. S. 382); sie sind auch im tropischen Westafrika nachgewiesen und wurden schließlich noch in Südostasien festgestellt. Eines ist sicher: Die heute durch weite Ozeane voneinander getrennten Vorkommen müssen in der Vergangenheit irgendwie miteinander in Verbindung gestanden haben. Höchstwahrscheinlich ist die zerrissene Verbreitung der uralten Tiergruppe mit der einstigen Existenz eines zusammenhängenden Südkontinents (Gondwanaland) in Verbindung zu bringen, der inzwischen — im Sinne der Kontinentalverschiebungstheorie — zerfallen und auseinandergedriftet ist. Die heutigen Wohngebiete der Peripatopsiden sind kaum weniger zerteilt: Sie kommen in Chile, in Südafrika und in der Australischen Region einschließlich Tasmanien und Neuseeland vor. Nachdem feststeht, daß auch die Antarktis als einstiger Teil des bereits erwähnten zusammenhängenden Südkontinents vergangener Zeiten zu gelten hat, dürfen wir in dem heutigen Vorkommen der Peripatopsiden eine gewichtige tiergeographische Stütze für die Annahme von antarktischen Verbindungen der Südkontinente erblicken.

Es wäre bestechend, in den Stummelfüßern eine Art Übergangsstufe zwischen Ringelwürmern und Gliederfüßern zu sehen, denn sie vereinigen in

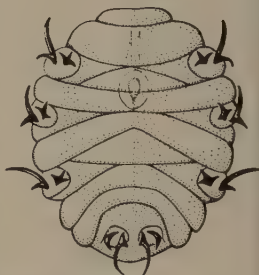
ihrem Körperbau Eigenheiten beider Gruppen. Dem steht aber das Auftreten verschiedener Sonderbildungen entgegen, zum Beispiel die Atmungsorgane (Tracheen) und der Ursprung der Kiefer. Aus diesem Grund liegt hier offenbar lediglich ein Nebenweg vor: eine eigenständige, außerordentlich alte Tiergruppe, die möglicherweise — wie Kaestner meint — als früher Seitenzweig nahe der Entwicklungslinie, die zu den Gliederfüßern führt, aufzufassen ist.

BÄRTIERCHEN (Stamm Tardigrada; KL meist zwischen 0,1 und 1,0, höchstens bei 1,2 mm; Abb. S. 376 u. 382) sind recht kleine Gliedertiere. Körper walzig, auf der Unterseite etwas abgeflacht, mit vier stummelförmigen Beinpaaren, die am Ende auffällige grobe Krallen zeigen. Hiermit können die Bärtierchen langsam umherwandern, so daß ihre wissenschaftliche Bezeichnung (wörtlich »Langsamgeher«) sehr treffend gewählt ist. Die Anordnung der Gliedmaßen läßt auch äußerlich erkennen, daß ihr Körper aus einem vorderen Kopfabschnitt und vier nachfolgenden beintragenden Segmenten zusammengesetzt ist. Körperbedeckung (Cuticula) nicht etwa aus Chitin bestehend, sondern von Eiweißstoffen in Form wasserdurchlässiger, quellfähiger Albuminoide gebildet, die bei vielen Arten des Festlands zu einer stark verdickten, in Platten aufgegliederten Panzerung werden. Färbung teils abhängig von der Farbe durchscheinender innerer Organe; bei kräftiger gefärbten Arten enthält die äußere Körperbedeckung braune, olivgrüne, blaßrötliche oder auch violette Stoffe.

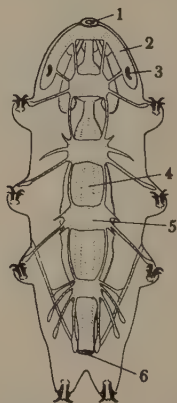
Der Vorderdarm besteht aus einem Mundrohr, das einen Stilettapparat besitzt, und einem muskulösen Schlundkopf (Saugapparat), dem sich ein kurzer Schlund anschließt; es folgen der breitere Mitteldarm und schließlich der Enddarm. Dem entspricht die Ernährungsweise; denn die Tiere stechen mit ihren Stiletten einzelne Pflanzenzellen (z. B. die von Moosen) an und saugen sie dann aus. Sie sind jedoch nicht ausschließlich auf pflanzliche Nahrung angewiesen, denn man hat manche Arten auch an Leichen von Artgenossen, von Fadenwürmern und Rädertieren, ja sogar beim Überwältigen lebender Rädertiere beobachtet.

Die Bärtierchen leben im Küstenbereich der Meere — hier teils sogar im Sandlückensystem (Mesopsammon) —, ferner in Teichen und Seen, vor allem aber in den vorübergehenden Wasseransammlungen der Moospolster. Hier, im Moosrasen der Felsen, Mauern und Dächer, müssen sie neben erheblichen Temperaturschwankungen auch Zeiten völliger Austrocknung überleben können. Damit steht eine ungewöhnliche Besonderheit ihres Wasserhaushalts in Zusammenhang: Die Bewohner solcher natürlicher »Mikroaquarien« können ihren Körper innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit zu einem Dauerstadium schrumpfen, das als »Tönnchen« bezeichnet wird. Hierbei verlieren sie den weitaus größten Teil ihres Wassergehalts; das noch zurückbleibende Wasser steht unter hohem Quellungsdruck, so daß es weder gefrieren noch verdunsten kann. Dementsprechend vermögen die Tiere in diesem Zustand die unglaublichsten Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen zu überstehen. Tönnchen der Gattung *Macrobiotus* erwachten nach zwanzigmonatigem Aufenthalt in flüssiger Luft (Temperatur -190 bis -200 Grad

Stamm
Bärtierchen
von O. Kraus



Tönnchen von *Hypsibius*,
Bauchseite, Länge 0,2 mm.



Macrobiotus hufelandi.
Bauchseite das Nervensystem zeigend. 1 Mund, 2 Gehirn, 3 Auge, 4 Darm, 5 Bauchganglion, 6 After.



Echiniscoides sigismundi,
auf Fäden der Alge *Entero-
morpha* kletternd.

Celsius) ebenso wieder zu neuem Leben wie nach einstündiger Einwirkung von +92 Grad Celsius.

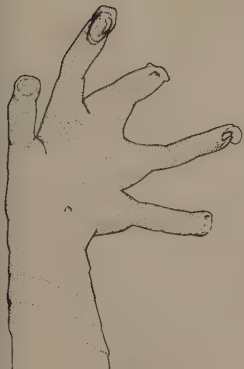
Die Kleinheit der Bärtierchen bringt es mit sich, daß Atmungs- und Kreislauforgane völlig fehlen. Ihr Nervensystem entspricht dem Muster der Gliedertiere. Dem in zwei seitliche Lappen erweiterten Oberschlundganglion sind paarige Augen aufgelagert, die jeweils nur eine einzige Sehzelle enthalten; auf das Unterschlundganglion folgen — der Körpergliederung entsprechend — nur fünf weitere Bauchganglien. Bärtierchen sind getrenntgeschlechtlich. Die Paarung kann mit einer gleichzeitigen Häutung der Weibchen einhergehen, wobei die Eier in dem schützenden Häutungshemd besamt werden. Die Kleinheit der Eier und ebenso die geringe Größe der »Tönnchen«-Form ermöglichen eine leichte Verdriftung durch den Wind. So kommt es, daß viele Bärtierchen weltweit — von der Arktis bis hin zur Antarktis — verbreitet sind.

Die verwandtschaftliche Stellung dieser Tiergruppe ist nicht völlig geklärt. Obgleich ihr Körperbau noch am ehesten dem der Stummelfüßer ähnelt, werden sie besser als eigener Stamm gewertet. Man kennt mindestens hundertachtzig verschiedene Arten, die sich auf mehrere Ordnungen verteilen. Sie können hier nicht näher besprochen werden. Der gepanzerte, mit langen Cuticular-Anhängen versehene *Echiniscus scrofa* (vgl. Abb. S. 382) lebt in Moos- und Flechtenpolstern; das trifft auch für *Macrobotus hufelandi* (Abb. S. 382) zu, das größte Bärtierchen, dessen Weibchen bis zu 1,2 Millimeter Körperlänge erreichen können. In dem ungepanzerten (»nackten«) *Echiniscoides sigismundi* haben wir dagegen eine auf Algen lebende Art der europäischen und chinesischen Meeresküsten vor uns.

Stamm Zungenwürmer von O. Kraus

Alle ZUNGENWÜRMER (Stamm Linguatulida oder Pentastomida) schmarotzen in Wirbeltieren. Damit werden viele für Gliedertiere recht ungewöhnliche Eigentümlichkeiten ihres Körperbaus verständlich. Körper wurmförmig; KL zwischen einigen Millimetern und (im Höchstfall) 14 cm schwankend; teils drehrund, teils abgeflacht. Auf einen kurzen Vorderkörper mit Mundöffnung und insgesamt vier hakenartigen Krallen folgt ein wesentlich längerer »Rumpf«; beide Abschnitte meist ohne deutliche Grenze ineinander übergehend. Der »Rumpf« zeigt eine gut erkennbare Ringelung, die durch schmale, seichte Einschnürungen des Körpers zustande kommt; nur ausnahmsweise sind regelrechte Ringwülste ausgebildet (*Armillifer*; vgl. Abb. S. 382). Höchstwahrscheinlich handelt es sich bei dieser äußerlichen Ringelung des Körpers, der übrigens eine entsprechend aufgegliederte Muskulatur im Innern entspricht, um ein Anzeichen echter Segmentierung. Die Körperbedeckung (Cuticula) und damit auch die Krallen bestehen aus Chitin. Einzelne Arten sind glasig-durchsichtig, viele andere jedoch farblos, weißlich; bei lebhafter gefärbten Zungenwürmern kommen gelbliche, rosa oder auch rote Töne vor.

Der sich an den Mund anschließende Vorderdarm ist mit einem muskulösen Anhangsgebilde versehen; es erweist sich als eine Art Saugpumpe, die im Dienste der Nahrungsaufnahme dieser von Blut und Schleim lebenden Schmarotzer steht. Ein sich anschließender, zumeist gerade durchlaufender Mitteldarm geht in den Enddarm über; der After liegt am Hinterende.



Vorderabschnitt von *Cephalobaena tetrapoda*
(Weibchen; s. S. 392).

Die zumindest im vorderen Körperabschnitt weiträumige Leibeshöhle (Mixocoel) enthält keine Ausscheidungs-, keine Atmungs- und auch keine Kreislauforgane. Kompliziertere Sinnesorgane fehlen diesen Schmarotzern verständlicherweise völlig; das Nervensystem ist bei der auch in anderer Hinsicht ursprünglicheren Teilgruppe CEPHALOAENIDA noch insofern mit dem allgemeinen Muster der Gliedertiere vergleichbar, als der vordere Körperabschnitt vier aufeinanderfolgende Bauchganglien enthält. Bei allen anderen Vertretern — den POROCEPHALIDA — ist jedoch nur eine einheitliche Unterschlundmasse ausgebildet; von hier gehen lange Faserstränge aus, die den Hinterkörper durchziehen.

Um so ausgedehnter sind die Geschlechtsorgane der Zungenwürmer entwickelt, so daß sie die Leibeshöhle reifer Tiere fast ganz ausfüllen. Bei den Männchen münden sie stets zwischen dem vorderen und dem hinteren Körperabschnitt; bei den Weibchen der Porocephalida kann die Geschlechtsöffnung jedoch weit hinter der Körpermitte liegen. Der schmarotzenden Lebensweise entsprechend erzeugen die Zungenwürmer sehr zahlreiche Eier; bei reifen Weibchen der in Wölfen, Hunden und auch Füchsen lebenden *Linguatula serrata* sind es im Laufe des Lebens mehrere Millionen.

Die Entwicklung der Eier beginnt bereits im Körper des Muttertieres. Ihre Kleinheit (knapp ein zehntel Millimeter), noch mehr aber ihre Dickschaligkeit erschweren die Beobachtung der dabei ablaufenden Vorgänge außerordentlich. So ist es verständlich, wenn es erst Osche im Jahre 1963 gelang, nähere Einzelheiten über den Keimling wenigstens einer *Reighardia*-Art zu ermitteln. Danach sind Anlagen von insgesamt vier Gliedmaßenpaaren erkennbar, wie sie bei den Bärtierchen zeitlebens erhalten bleiben. Offenbar werden die beiden vorderen später rückgebildet; dagegen sind die insgesamt vier Hakenbildungen nachfolgender Entwicklungsstufen und damit auch erwachsener Tiere den beiden hinteren Anlagen des Keimes gleichzusetzen. Dafür spricht auch die Gestalt des Vorderendes der so ursprünglichen *Cephalobaena tetrapoda*. Bei ihr stehen die sonst nebeneinander angeordneten beiden Krallenpaare »noch« am Ende zweier hintereinanderliegender, walziger Gliedmaßenpaare; außerdem sind ihnen noch zwei Paar sogenannter »Frontalpapillen« vorangestellt, bei denen es sich sehr wohl um die Reste der auf der Keimlingsstufe angelegten ersten Gliedmaßenpaare handeln könnte (Abb. S. 391).

Erwachsene Zungenwürmer sind Blutsauger, die ausschließlich in fleischessenden Landwirbeltieren leben. Man hat sie in den Lungen der Kriechtiere, auch in den Luftsäcken der Vögel und in den Atmungsorganen verschiedener Säugetiere angetroffen. Nur der NASENWURM (*Linguatula serrata*) und einige verwandte Arten heften sich in den Stirnhöhlen und Nasenräumen mancher Säuger — zum Beispiel bei Wolf und Hund, sehr selten auch beim Menschen — an, wo sie sich von Schleim, Gewebsflüssigkeit und ähnlichem ernähren (Abb. S. 396).

Der Entwicklungsgang, in den Larvenstufen eingeschaltet sind, geht häufig mit einem Wirtswechsel einher; nur bei einem Teil der rund sechzig bekannten Arten sind alle Einzelheiten erforscht. Das gilt vor allem für die vergleichsweise verwickelten Verhältnisse des Nasenwurms: Der von ihm

Seeskorphone (Ordnung Gigantostroma, ausgestorben; s. S. 405):
1. *Megalograptus ohioensis*

Skorpione (Ordnung Scorpiones; s. S. 412)

2. Afrikanischer Riesenskorpion (*Pandinus imperator*; s. S. 413 u. Abb. S. 407)

3. *Orthochirus innesi*

4. Italienischer Skorpion (*Euscorpius italicus*; s. S. 412 f.)

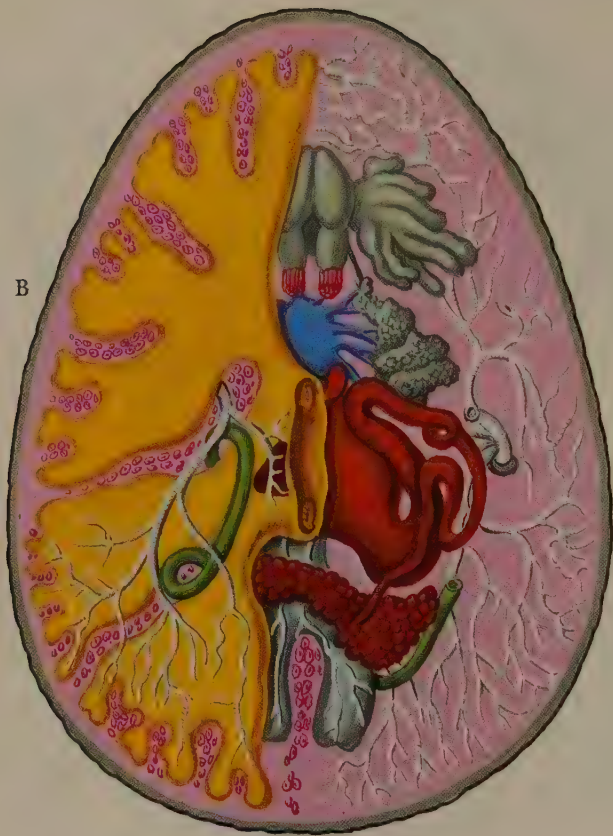
Schwertschwänze (Ordnung Xiphosura; s. S. 406):

5. Atlantischer Schwertschwanz (*Limulus polyphemus*; s. S. 411)

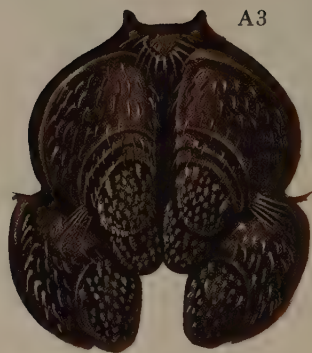
Die Skorpione sind in natürlicher Größe dargestellt, Seeskorpio und Schwertschwanz stark verkleinert.



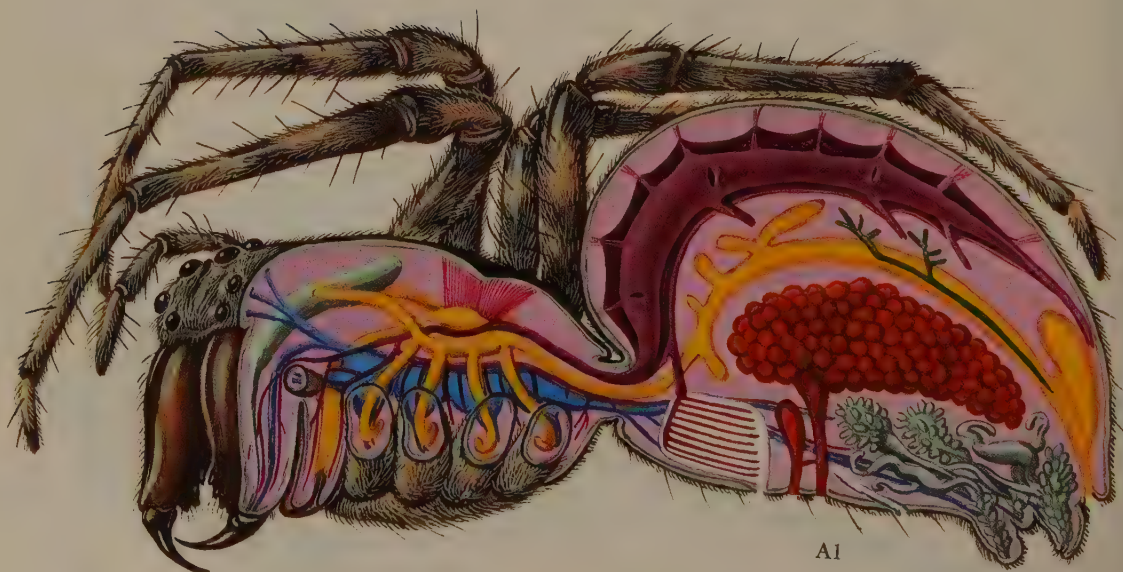
B



A3



A2



A1

BAUPLÄNE VON SPINNENTIEREN (SPINNEN UND MILBEN)

A Bau einer Spinne (Ordnung Araneae; s. S. 414):

A₁: Vorder- und Hinterkörper (Prosoma und Opisthosoma) linksseitig geöffnet. Links die großen Cheliceren, die linke angeschnitten mit Giftdrüse, darüber die Augen mit den Sehnerven. Vom Mund aufsteigend der als Pumpe wirkende Schlund (Pharynx), im waagerechten Verlauf des Darmes der Saugmagen, den die vom Rücken entspringenden Muskeln erweitern; seitliche Blindsäcke reichen bis in die Hüften. Darunter das Nervensystem vereinigt alle Nervenknotten zu einer mächtigen Masse. Im Hinterkörper (Opisthosoma) rückseitig das Herz, darunter der Darm auch hier mit Blindsäcken; ein weiter Sack nahe dem After wird als Kloake bezeichnet, weil hier die Ausscheidungsorgane (Malpighische Gefäße) einmünden. Im Gegensatz zu denen der Insekten entstehen sie aus dem inneren Keimblatt und sind ihnen trotz gleichen Namens nicht »homologe Bildungen« (s. S. 398). Am Hinterkörper vorn bauchseitig die Fächertracheen, dahinter die Ausmündungen der Samentaschen und der Eierstöcke, dahinter die der Atemröhren (Tracheen) und zuletzt die der Spinnrüden (grau), die Spinnwarzen.

A₂ zeigt das Fußende einer Spinne mit den Kämmen an Klauen und Borsten; sie ermöglichen rasches Er-

greifen und ebenso rasches Loslassen der Spinnfäden.

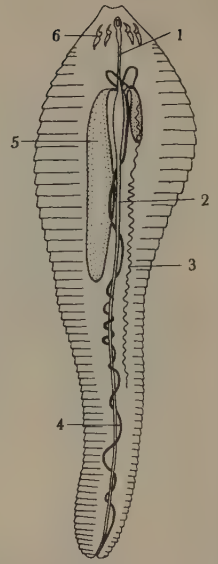
A₃ zeigt die Spinnwarzen von unten in Aufsicht.

B Bau einer Milbe, der Taubenzecke *Argas reflexus* (Ordnung Acari; s. S. 428):

Keine Unterteilung des Körpers in Vorder- und Hinterkörper, Darm mit weiten Blindsäcken wie bei vielen Blutsaugern (Blutegel, Saugmünder, Karpfenläuse). Die großen Drüsenorgane am Vorderende (grau) sind das Genésche Organ, dessen klebrige Ausscheidungen die Eier bei der Ablage überziehen und so vor dem Austrocknen schützen. Atemröhren zahlreich (weiß) mit paariger Öffnung (rechts sichtbar). Hinten Blindsäcke des Enddarms (grau).

Schematische Farbgebung in A₁ und B wie bei den übrigen Bauplantafeln (z. B. Abb. S. 352), und zwar: Grau = äußeres Keimblatt (Ektoderm), Gelb = inneres Keimblatt (Entoderm), Karminrot = Muskeln, Zinnoberrot = weibliche Fortpflanzungsorgane, Veilchenblau = männliche Fortpflanzungsorgane, Blau = Nervensystem, Grün = Ausscheidungsorgane, Rotbraun = Blutgefäße; außerdem Weiß = Tracheen.

befallene Hund niest die Eier des Schmarotzers aus. Hierdurch gelangen sie auf Pflanzen und werden von pflanzenessenden Säugetieren — zum Beispiel Kaninchen und Hasen — mit der Nahrung aufgenommen. Im Dünndarm dieses Zwischenwirtes schlüpfen aus den Eiern winzige Larven, die sehr bald die Darmwand durchbohren und sich durch den Lymphstrom oder den Blutkreislauf weitertragen lassen. Einige bleiben in den Haargefäßen der Lungen stecken, andere besiedeln bevorzugt die Leber. Obgleich der Wirt die Schmarotzer mit einer Bindegewebskapsel umgibt, zapfen sie ihm Nahrung ab und wachsen unter mehrfacher Häutung heran. Bei stärkerem Befall werden die Zwischenwirte natürlich so beeinträchtigt, daß sie einem Raubtier besonders leicht zum Opfer fallen. Damit ist der Kreis geschlossen: Im Endwirt wandern die Larven bereits vom Rachen oder Magen aus zu den Nasenräumen hin. Die erwachsenen Zungenwürmer belästigen Hunde im allgemeinen nur mäßig, da sie sich ja nicht als Blutsauger betätigen.



Nasenwurm (s. S. 392), Weibchen, von der Bauchseite. 1 Schlund, 2 Darm, 3 Eierstock (Ovarium), 4 Vagina, 5 Samenbehälter (Receptaculum seminis), 6 Haken.

Vierzehntes Kapitel

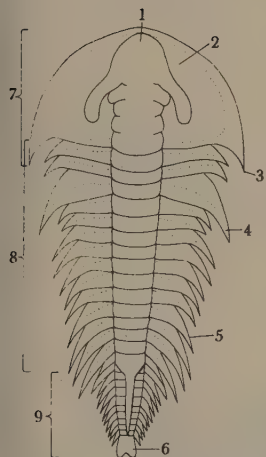
Die Gliederfüßer

Stamm
Gliederfüßer
von P. Rietschel

Den bei weitem artenreichsten Stamm des Tierreichs mit rund drei Viertel aller Tierarten überhaupt bilden die GLIEDERFÜSSER (Arthropoda). Von den übrigen vier Stämmen der Gliedertiere unterscheiden sie sich durch den Besitz von gegliederten Körperanhängen, die gegen den Körper und in sich durch Gelenke beweglich sind. Voraussetzung für die Bildung von solchen Gelenken ist eine weitere Besonderheit der Gliederfüßer, die sie freilich mit den Stummelfüßern und den Zungenwürmern teilen: Das von der Zellschicht der Körperoberfläche gebildete Oberhäutchen (Cuticula) enthält hier neben dem Gerüsteiweiß das Kohlenhydrat Chitin, das dem Zellstoff nahe verwandt ist. Das Gerüsteiweiß (Arthropodin) und das Chitin besitzen in ihren Molekülen eine so ähnliche Bauart, daß sich beide Bestandteile auf das engste ineinander verweben. Dadurch vereint das Oberhäutchen in hohem Maße Festigkeit mit Biegsamkeit. Wo ihm aber in erster Linie Härte abverlangt wird, ist das Arthropodin durch Phenole gegerbt. Es wird nun Sklerotin genannt.

Die harten Teile des Außenpanzers (Sklerite) unterscheiden sich von den weichen »Gelenkhäuten« also nicht durch ihr Chitin, sondern durch ihr Sklerotin. Als man ihre Härte einst irrtümlich dem Chitin zuschrieb, nannte man sie stark »chitinisiert«. Diese Fehlbezeichnung reicht bis in das heutige Schrifttum; in Wahrheit sind die Hartteile stark »sklerotisiert«. Der Eiweißanteil des Oberhäutchens kann aber auch noch in einer anderen, höchst bemerkenswerten Abwandlung auftreten: als ein in höchstem Maße elastischer Stoff aus sehr langen Molekülketten (Resilin), der sich unter Aufwendung von Energie auf mehr als das Doppelte seiner Länge dehnen läßt und die hineingesteckte Energie beim Zusammenziehen in tausendstel Sekunden wieder frei gibt. Noch ist es leider nicht gelungen, einen Werkstoff gleicher Eigenschaft künstlich herzustellen. Resilin ist bei Kerbtieren im Oberhäutchen der Flügelgelenke eingebaut und findet sich auch in den Sehnen von Insekten und Krebsen. Ziehen sie sich zusammen, so unterstützen sie wirkungsvoll die Leistung der Muskeln.

Die Härtung des Oberhäutchens bringt den Gliederfüßern noch weitere Vorteile: Nicht nur die Glieder der Beine, sondern auch die Ringe des Körpers sind gegeneinander und in sich durch Gelenkhäute beweglich. Sie liegen als weiche und leicht verletzliche Teile nur selten frei an der Oberfläche; meist sind sie nach innen eingeschlagen und so von den harten Außen-



Namensgebung des Außenskeletts eines Trilobiten.
Olenellus vermontanus.
1 Glabella, 2 Wange (Gena), 3 Wangendorn, 4 Makropleura, 5 Pleura, 6 Schwanzschild (Pygidium), 7 Cephalon, 8 Prothorax, 9 Opisthothorax.

panzerteilen (Skleriten) verdeckt. Die der Führung dienenden Gelenkköpfe, Gelenkpfannen und Gleitschienen werden bei allen Bewegungen stark beansprucht und sind daher stark sklerotisiert. Sehr mannigfaltig ist der Aufbau der Gelenke, so daß ihre Untersuchung technisch begabten Menschen eine Fülle von Anregungen vermittelt. Da der Gliederfüßer ja von einem Panzer umschlossen ist, kann er nur in sehr beschränktem Umfang wachsen. So muß er sich von Zeit zu Zeit seines Panzers entledigen, nachdem sich unter ihm eine neue, noch weiche und dehnbare Oberhaut gebildet hat. Danach strafft das Tier die neue Haut durch Aufnahme von Luft oder von Wasser und läßt sie erhärten. Bis zur nächsten Häutung hat es nun Zeit, in den neuen Panzer hineinzuwachsen. Viele Gliederfüßer häuten sich so in bestimmten Zeitabständen ihr Leben lang; andere aber beenden ihr Wachstum, wenn sie geschlechtsreif sind, und häuten sich dann nicht mehr. Niedere Gliederfüßer entschlüpfen dem Ei mit noch unvollständiger Zahl von Körperringen und vervollständigen sie im Verlauf der ersten Häutungen. Eine solche »Anamorphose« zeigen alle Krebse, viele Tausendfüßer und die Halb-insekten. Die meisten Tausendfüßer, die Insekten und die Spinnentiere jedoch kommen mit ihrer vollen Segmentzahl zur Welt.

Die Bildung der Körperringe (Segmente) der Gliederfüßer geht stammesgeschichtlich auf die der Gliederwürmer zurück; die Ringel einer Fliegenmade, einer Bienenmade oder einer Schmetterlingsraupe entsprechen daher durchaus den Ringeln eines Regenwurms. Das gilt aber nicht für die harten Körperringe gepanzierter Gliederfüßer. Auch bei ihnen wie bei den Gliederwürmern ziehen die Längsmuskeln der inneren Körperwandung vom Vorderrand eines Segmentes zu seinem Hinterrand; hier aber, also an der Grenze zweier Segmente, bildet der Panzer an seiner Innenseite jeweils eine harte Querleiste (Vorderrippe oder Antecosta), an der diese Muskeln ansitzen. Nun muß der Panzer aber, um beweglich zu bleiben, von Segment zu Segment von einer weichen Gelenkhaut unterbrochen sein. Auf der Segmentgrenze selbst ist für sie kein Platz, denn sie ist ja eigens für die Muskeln mit der Vorderrippe besetzt. Die Gelenkhaut befindet sich daher meist davor, zuweilen dahinter. Die von Gelenkhaut zu Gelenkhaut reichenden harten Panzerringe entsprechen daher nicht den ursprünglichen Segmenten, und die Gelenkhäute zwischen ihnen sind den Segmentgrenzen weichhäutiger Gliederfüßer und ebenso weichhäutiger Gliederwürmer nicht »homolog« (homolog = stammesgeschichtlich gleicher Herkunft). Der Forscher, der in der Fülle der Formen gepanzierter Gliederfüßer die wahren Grenzen der Segmente ermitteln möchte, darf sich daher nicht an die von außen sichtbare Ringelung (die »sekundäre Segmentierung«) halten, sondern muß auf der Innenseite des Panzers die »Vorderrippen« mit den Ursprüngen und Ansätzen der Längsmuskeln aufsuchen. Sie und nicht die Gelenkhäute sind die Grenzen zwischen den ursprünglichen (»primären«) Segmenten.

Da der Hautpanzer die Gestalt der Gliederfüßer bestimmt, erlaubt sein periodischer Wechsel diesen Tieren während ihrer Wachstumszeit einen Formwandel, wie ihn kein anderer Tierstamm aufweist. Von kaum übersehbarer Mannigfaltigkeit sind auch die von der Cuticula und der unter ihr befindlichen Hautzellschicht gebildeten Sinnesorgane. Mit ihnen erreicht

Echte Spinnen (Ordnung Araneae, s. S. 414):

1. Kreuzspinne (*Araneus diadematus* [Weibchen, s. S. 421 sowie Abb. S. 407 u. 410])
 2. Springspinne (*Salticus scenicus*, s. S. 422)
 3. Wespenspinne (*Argiope bruennichi*, s. S. 421 u. Abb. S. 407)
 4. Europäische Schwarze Witwe (*Latrodectus mactans tredemcimguttatus*, vgl. S. 421)
 5. Hausspinne (*Tegenaria domestica*, lebensgroß, s. S. 422)
 6. Kellerspinne (*Segestria senoculata*, lebensgroß)
 7. Jagdspinne (*Pisaura mirabilis*, vgl. S. 420 u. Abb. S. 407)
 8. Vogelspinne (*Eurypelma soemanni*, lebensgroß, vgl. S. 420)
- Die Kreuzspinne, Springspinne und Jagdspinne sind außer in starker Vergrößerung auch in natürlicher Größe dargestellt.





auch das Nervensystem und vor allem das Gehirn bei den Gliederfüßern einen Höhepunkt der Entwicklung. Das Sinnesleben und die vielfältigen Verhaltensweisen der höheren Krebse, der Spinnen und der höheren Insekten bilden daher für die Naturforschung eine unerschöpfliche Quelle neuer Erkenntnisse.

Der durch den Hautpanzerwechsel ermöglichte Formwandel, seine Eignung als Schutz und als stützendes Skelett, seine Bedeutung für die äußerst vielseitigen Bewegungs- und Handlungsweisen des Körpers und seiner Glieder und nicht zuletzt die hohe Ausbildung eines Sinneslebens haben die Gliederfüßer nicht nur zum artenreichsten, sondern auch zum erfolgreichsten Tierstamm im Wasser, auf dem Lande und in der Luft gemacht. Sie waren es schon in den Meeren der Kambriumzeit vor sechs- bis fünfhundert Millionen Jahren, und ihr Aufstieg reicht wohl bis in vorkambische Zeiten zurück. Ihre Vorfahren waren zweifellos Gliederwürmer, doch die Frage ist noch offen, ob die Unterstämme gemeinsam oder getrennt aus Gliederwürmern hervorgingen.

Man teilt die Gliederfüßer in vier oder fünf Unterstämme ein: 1. Dreilapper (Trilobita; s. S. 401), 2. Scherenfüßer oder Spinnenverwandte (Chelicerata; s. S. 403), 3. Zweiantennentiere oder Krebstiere (Diantennata; s. S. 434), 4. Tracheentiere (Tracheata; s. S. 507). Die hier den Scherenfüßern zugerechneten Asselspinnen (Pantopoda; s. S. 432) werden oft als fünfter Unterstamm angesehen. Mit Ausnahme der bereits im Erdaltertum ausgestorbenen Dreilapper reichen die Gliederfüßer-Unterstämme bis in die Jetztzeit und haben in ihr zum großen Teil sogar ihre höchste Blüte erreicht. Im Erdaltertum mögen noch weitere Unterstämme bestanden haben und ausgestorben sein: Prachtvoll erhaltene Gliederfüßer der mittleren Kambriumzeit (vor 530 Millionen Jahren) aus den Burgess-Schiefern in Britisch-Kolumbien lassen sich keinem der genannten Unterstämme zuteilen.

Die DREILAPPER (Unterstamm Trilobita; vgl. Abb. S. 382), eine ausgestorbene Gruppe der Gliederfüßer, können nach ihren Merkmalen weder als Krebstiere noch als Spinnenverwandte eingestuft werden. KL 0,5 bis 70 cm, meist zwischen 3 und 8 cm; Rückenpanzer (Carapax) bauchwärts abgeflacht, aus Chitin mit Einlagerungen von Kalk und Kalziumphosphat, wies beim lebenden Tier meist eine Farbzeichnung auf; Dreigliederung in Kopfschild (Cephalon), Rumpf (Thorax) und Schwanzschild (Pygidium). Seitliche Gliederung von Rumpf und Schwanzschild in die zentrale Spindel (Rhachis) und die Seitenteile (Pleuren), dem am Kopfschild die gewölbte Stirne (Glabella) und die Wangen (Genae) entsprechen. Zahl der freien Rumpfabschnitte bei den einzelnen Arten verschieden; zum Beispiel bei *Agnostus* Verringerung bis auf zwei. Größe des Schwanzschildes nach Anzahl der miteinander verschmolzenen Abschnitte veränderlich. Gliedmaßen als Spaltbeine mit innerem Schreitbein und äußerem Kiemenbein ausgebildet, die jedoch nicht mit dem Spaltfuß der Krebse gleichgesetzt werden können. Gliedmaßen des Kopfschildes nicht zu Mundwerkzeugen umgestaltet. Sieben Ordnungen mit über 1400 Gattungen.

Vermutlich haben sich diese ausschließlich meeresbewohnenden Tiere von

- Echte Spinnen (Ordnung Araneae, s. S. 414):
1. *Liphistius desultor* (Männchen, vgl. S. 420)
 2. *Gasteracantha kuhlii* (Weibchen, vgl. S. 421)
 3. *Gasteracantha thorelli* (Weibchen, vgl. S. 421)
 4. *Pasilobus bufoninus*
 5. *Tetragnatha caudicula* (Männchen, vgl. S. 422)
 6. *Micromata rosea* (Weibchen, vgl. S. 422)
 7. *Xysticus erraticus* (Weibchen, vgl. S. 422)
 8. *Walckenaera acuminata* (Männchen, unten in natürlicher Größe, s. S. 422)
- Weberknechte (Ordnung Phalangida):
9. Gemeiner Weberknecht (*Phalangium opilio*, Männchen, s. S. 428)
 10. *Trogulus nepaeformis* (vgl. S. 428)
 11. *Ischyropsalis hellwegi* (Weibchen, unten in natürlicher Größe, vgl. S. 428)

Kleinstlebewesen ernährt. Ihr mit Blindsäcken versehener Magen befindet sich im Bereich des Kopfschildes; sie atmeten durch Kiemen. Als Sinnesorgane dienten ihnen je ein Paar Antennen und Komplexaugen; vereinzelt finden sich auch ein Mittelhöcker (medianes Tuberkel) an der Stirne (Glabella) als rückseitiges Sinnesorgan (sogenanntes »Medianauge«?) sowie Borsten oder ähnliche Gebilde an der Körperoberfläche für Berührungsreize.

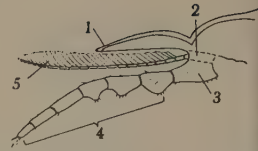
Die Dreilapper entwickelten sich über drei verschiedene Larvenstufen (Protaspis-, Meraspis- und Holaspisstadium). In den Meeren des älteren Erdalters (Altpaläozoikums) waren sie weltweit verbreitet und bewohnten vorwiegend den Grund. Manche Formen lebten auch als Wühler in Ablagerungen, einige waren Schwimmer.

Aussagen über die Lebensweise der Dreilapper können wir nicht nur ihrem anatomischen Bau entnehmen, sondern auch versteinerten Lebensspuren, zum Beispiel Fährten und Ruhespuren der Trilobiten. Verschiedene Arten waren in der Lage, sich asselartig einzurollen. Ihre zeitliche Verbreitung erstreckte sich vom Unterkambrium bis zum Perm.

Systematisch lassen sich die Dreilapper nach der Ausbildung der Gesichtsnäht, des Schwanzschildes und des Hypostoms, das sich an der Unterseite des Kopfschildes befindet, in folgende Ordnungen gliedern: 1. Agnostida (mit der Gattung *Agnostus* aus dem Oberkambrium), 2. Redlichiida (mit der Gattung *Paradoxides* aus dem Mittelkambrium), 3. Corynexochida (mit der Gattung *Olenoides* aus dem Mittelkambrium), 4. Ptychopariida (mit den Gattungen *Asaphus* und *Illænus*, beide aus dem Ordovizium), 5. Phacopida (mit der Gattung *Phacops* aus dem Silur und Devon), 6. Lichida (mit der Gattung *Lichas* aus dem Ordovizium und Silur), 7. Odontopleurida (mit der Gattung *Acidaspis* vom Ordovizium bis zum Devon).

Einst wurden die Dreilapper als Stammformen der Kerbtiere angesehen, während wir sie heute als eigene, den übrigen Unterstämmen der Gliederfüßer gleichwertige Gruppe betrachten. Während ihrer Stammesentwicklung zeigte sich eine Neigung zur Vergrößerung des Schwanzschildes auf Kosten freier Rumpfabschnitte. Bei manchen Dreilappern (z. B. *Cyclopyge*) vergrößerten sich die Augen, die bei anderen (z. B. *Pteroparia* und *Trimerocephalus*) weitgehend oder gar völlig rückgebildet wurden. Ferner entstanden Stacheln und Fortsätze im Bereich des Kopfschildes, des Rumpfes und des Schwanzschildes.

Eine Reihe weiterer altertümlicher Gliederfüßer aus den Meeren des Kambriums wird wegen verschiedener Sondermerkmale als Trilobitoidea bezeichnet und mit den Dreilappern als TRILOBITENVERWANDTE (Trilobitomorpha) zusammengefaßt. Äußerlich sind sie zum Teil den Spinnenverwandten und zum Teil den Krebsen ähnlich; sie bezeugen die einstige Formenfülle dieser Tiergruppe.



Gliedmaße von *Triarthrus eatoni*. 1 Pleura, 2 Prae-coxa, 3 Coxa, 4 Telopodit, 5 Praeepipodit.

Fünfzehntes Kapitel

Die Spinnentiere und ihre Verwandten

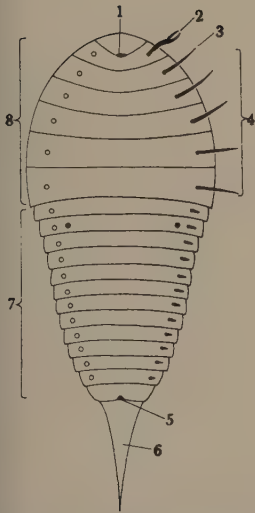
Unterstamm
Chelicerentiere
von O. Kraus

Eine der großen Entwicklungslinien innerhalb der Gliederfüßer (s. S. 397) stellen die CHELICERENTIERE (Unterstamm Chelicerata) dar. Es handelt sich bei den Angehörigen dieses Unterstammes um die Spinnentiere und ihre Verwandten; ein geeigneter deutscher Name läßt sich für sie nicht finden. Bei Kaestner werden sie »Fühlerlose« und von Thenius »Scherenfüßer« genannt. Ihr entscheidendes Merkmal: das erste Gliedmaßenpaar ist keine Antenne, sondern ein »Zängelchen« (Chelicere).

In der Erdgeschichte lassen sich die Chelicerentiere bis in das tiefste Erdaltertum hinein zurückverfolgen. Mit dem gewaltigen Seeskorpion *Pterygotus rhenanus*, der eine Länge von hundertachtzig Zentimetern erreichte und vor mehreren hundert Millionen Jahren zur Devonzeit lebte, hatten sie das größte Gliedertier aller Zeiten hervorgebracht. Aber auch eine Fülle von Zwergen gehört zu dieser Tiergruppe, denn viele Milben erreichen noch nicht einmal einen Millimeter Gesamtlänge. Die Chelicerentiere, zu denen außer den Spinnentieren als deren Verwandte auch die Schwertschwänze (s. S. 406) gehören, bewohnen nahezu alle Lebensräume der Festländer und auch noch das Meer, aus dem sie einst hervorgingen — nur der Luftraum blieb ihnen unzugänglich, denn sie haben zu keiner Zeit aktiv fliegende Formen hervorgebracht. Die meisten haben die ursprüngliche räuberische Lebensweise beibehalten, andere sind zum Schmarotzertum übergegangen, und zahlreiche Milben ernähren sich sogar von pflanzlichen Stoffen.

Diesen Verhältnissen entspricht eine auf den ersten Blick verwirrende Vielfalt der Gestalt; hierzu braucht man nur das Erscheinungsbild eines Skorpions mit dem einer Webspinne zu vergleichen. Dessenungeachtet lassen sich alle Chelicerentiere auf einen gemeinsamen Grundbauplan zurückführen.

In jedem Falle zerfällt der Körper in zwei große Abschnitte. Der vordere wird als Prosoma, der hintere als Opisthosoma bezeichnet. Bei dem Vorderkörper folgen auf die Mundregion insgesamt sechs gliedmaßentragende Abschnitte (Segmente), zuvorderst das Scherensegment (Chelicerensegment). Es trägt die für alle Scherenfüßer so kennzeichnenden Cheliceren — ein Gliedmaßenpaar, das im Dienste der Nahrungsaufnahme steht. Im ursprünglichen Zustand ist es aus drei Abschnitten zusammengesetzt, wobei der mittlere einseitig derart verlängert ist, daß das Endglied ihm seitlich angefügt zu sein scheint; auf diese Weise kommt ein zangenartiges Greiforgan zu-



Schema eines Spinnentiers (nach Kraus). 1 Mund, 2 Chelicere, 3 Pedipalpus, 4 Laufbeine, 5 After, 6 Schwanzstachel, 7 Hinterkörper, 8 Vorderkörper.

stande. Von vorn nach hinten fortschreitend, finden wir weitere fünf Körperabschnitte, deren Gliedmaßen im ursprünglichsten Falle sämtlich der Fortbewegung dienen, also als Laufbeine gelten können. Dennoch bezeichnet man meist nur die vier hinteren als Laufbeine im engeren Sinne. Das vorderste Beinpaar, das auf die Cheliceren folgt, wird zumeist als Pedipalpen-Gliedmaßenpaar unterschieden. Das rührt daher, daß es besonders vielfältig abgewandelt wurde. So ist, um Beispiele zu nennen, aus ihm sowohl der Scherenarm der Skorpione als auch das Begattungsorgan männlicher Spinnen hervorgegangen.

Vergleicht man diese Körpergliederung mit derjenigen der Krebse oder der Insekten, so fallen zwei Dinge besonders auf: Den Chelicerentieren fehlen eigentliche Kiefer (Mandibeln), so daß man sie als Mandibellose (Amandibulaten) den Mandibeltieren (Mandibulaten) gegenüberstellen muß. Weiterhin fehlen allen Chelicerentieren Tastorgane in Form von Fühlern (Antennen). Es ist jedoch durchaus möglich, daß unbekannte Vorläufer der Chelicerentiere ursprünglich Antennen besaßen; das würde bedeuten, daß diese Organe bereits in ältester Zeit rückgebildet worden sind. Stammesgeschichtliche Überlegungen — die so altertümlichen, längst ausgestorbenen Dreilapper (s. S. 401) besaßen Antennen — und Befunde an Keimlingen von Chelicerentieren sprechen mit großer Wahrscheinlichkeit dafür.

Während der Vorderkörper vor allem im Dienste der Nahrungsaufnahme und Fortbewegung steht, wird die Hauptmasse des Hinterkörpers normalerweise von den Verdauungs-, Geschlechts- und Atmungsorganen eingenommen. So verwundert es nicht, daß seine Gliedmaßen in sehr vielfältiger Weise rückgebildet oder abgewandelt wurden. Wir gehen erst bei der Besprechung der einzelnen Ordnungen näher darauf ein. Im ursprünglichsten Falle sind hier wohl mindestens dreizehn Hinterleibssegmente vorhanden gewesen, wie es zum Beispiel die Skorpione noch erkennen lassen; im übrigen wurde diese Zahl jedoch nachträglich und unterschiedlich verringert. Dem Hinterkörper angefügt ist ein bei gewissen vorzeitlichen Chelicerentieren als »Schwanzstachel« ausgebildeter Anhang, der jedoch kein eigenes Segment darstellt und nicht bei allen Gruppen erhalten geblieben ist.

Es ist üblich, die Chelicerentiere in drei Großgruppen (Klassen) einzuteilen.

1. HÜFTMÜNDER (Klasse Merostomata; s. S. 406) mit nur einer lebenden Ordnung, den Schwertschwänzen (Xiphosura; s. S. 406), 2. SPINNENTIERE (Klasse Arachnida; s. S. 411) mit mindestens neun Ordnungen, zu denen unter anderem Skorpione (s. S. 412), Echte Spinnen (s. S. 414), Weberknechte (s. S. 427) und Milben (s. S. 428) gehören, 3. ASSELSPINNEN (Klasse Pantopoda; s. S. 432) mit nur einer Ordnung, sechs Familien und etwa fünfhundert Arten.

Wenn man von den Asselspinnen absieht, sind unter den Scherenfüßern — wie man sie nennen könnte — gegenwärtig nur die Spinnentiere artenreich entwickelt; die Hüftmünder (s. S. 406) werden lediglich durch fünf auf Rückzugsgebiete beschränkte Arten von Schwertschwänzen vertreten. Durch Fossilfunde ist die Geschichte der Schwertschwänze bis in das Kambrium (vor etwa 560 Millionen Jahren) zurückzuverfolgen. Die heute lebenden

Stammesgeschichte
von E. Thenius

Schwertschwänze sind — ähnlich den Dreilappern (s. S. 401) — Bewohner des Meeresgrundes mit einem abgeflachten Körper, der aus zwei ungegliederten Abschnitten (Prosoma und Opisthosoma) sowie dem »Schwanzstachel« (Telson) besteht. Abgesehen davon, daß sich Schwertschwänze und Dreilapper schon in ihrer Körperform unterscheiden, ist eine Gleichsetzung der Schwertschwänze mit den Dreilappern nicht möglich, da die Segmentgrenzen nicht übereinstimmen.

Bei den geologisch ältesten Schwertschwänzen aus dem Kambrium (Gattung *Aglaspis*) war der Vorderteil des Körpers (Prosoma) noch verhältnismäßig klein und der hintere Teil (Opisthosoma) aus zwölf freien Rumpfabschnitten zusammengesetzt. Während der Stammesgeschichte kam es zu einer Verringerung und Verschmelzung der hinteren Rumpfabschnitte. So sind bei den Schwertschwänzen aus der Karbonzeit (Gattungen *Belinurus*, *Euproops*) nur noch neun Rumpfsegmente vorhanden. Bei der Gattung *Palaeolimulus* aus dem jüngeren Erdaltertum verschmelzen zum erstenmal die Abschnitte zu einem einheitlichen Hinterteil; damit ist der heutige »Limulus-Typ« (s. unten u. S. 411) erreicht. Seitdem hat sich dieser Typ nur noch geringfügig geändert, wie uns die Gattungen *Psammolimulus* aus der Triaszeit und *Mesolimulus* aus der Jurazeit beweisen.

Im Erdaltertum waren die Hüftmünder arten- und formenreich entwickelt und weltweit verbreitet; seit dem jüngeren Erdaltertum kam es zu einem Rückgang. Während der Jurazeit lebten Schwertschwänze noch in Europa; gegenwärtig sind sie lediglich an der atlantischen Küste Nordamerikas und vom östlichen Indischen Ozean bis in den westlichen Pazifik verbreitet. Die fossilen Schwertschwänze waren wie ihre lebenden Verwandten Bewohner des Flachwassers, die sich im sandig-schlammigen Meeresboden aufhielten. Während der Entwicklung durchläuft der nordamerikanische Pfeilschwanzkrebs (Gattung *Limulus*) eine Stufe, die seinerzeit wegen der Ähnlichkeit mit Dreilappern als Trilobitenlarve bezeichnet wurde. Diese Larve entspricht jedoch weitgehend den Schwertschwänzen aus dem Erdaltertum, so daß wir hier besser von einer *Euproops*-Stufe sprechen sollten.

Familie Riesenskorpione

Während die Schwertschwänze gegenwärtig noch durch wenige »lebende Fossilien« vertreten sind, ist es mit den RIESEN- oder SEESKORPIONEN (Familie Eurypteridae; Gattungen *Pterygotus* und *Eurypterus*; GL bis fast 2 m) völlig zu Ende gegangen. Im Aussehen ähnelten sie den Skorpionen, waren aber — abgesehen von gestaltlichen Unterschieden — ausschließlich Wasserbewohner. Ursprünglich lebten sie nur im Meer; unter den geologisch jüngeren Arten finden sich auch Brackwasser- und sogar Süßwasserformen. Die ältesten und ursprünglicheren Arten kommen also auch hier im Meer vor. Nur das letzte Beinpaar ist als abgeflachtes Schwimmbein ausgebildet; alle anderen Rumpfgliedmaßen dienen als Schreitbeine. Der hintere Körperabschnitt besteht aus zwölf freien Segmenten, die sich zum Schwanzstachel verjüngen. Der Schwanzstachel selbst ist stachel- oder blattförmig ausgebildet. Zeitlich waren die Seeskorpione vom Ordovizium bis zum Perm (vor 500 bis etwa 225 Millionen Jahren) verbreitet. Sie lassen sich mit urtümlichen Schwertschwänzen (*Palaeomerus*) und verwandten Formen aus dem Kambrium in stammesgeschichtliche Beziehung bringen.

Da die gegenwärtig so artenreichen Spinnentiere ja im allgemeinen das Land bewohnen, sind von ihnen verhältnismäßig wenig Fossilfunde bekannt. Interessant ist, daß die geologisch ältesten Spinnentiere zur Ordnung der Skorpione (Scorpionida) zählen; ob diese ALTSKORPIONE (Gattungen *Palaeophonus*, *Proscorpius*) Wasser- oder Landbewohner waren, wußten wir bis vor kurzem noch nicht. Inzwischen konnte Størmer belegen, daß sie im Wasser lebten. Echte landbewohnende Skorpione (Gattung *Eoscorpius*) sind aus dem Karbon nachgewiesen. Aus dem jüngeren Erdaltertum sind auch Milben (Gattung *Protacarus*), Weberknechte (Gattung *Eotrogulus*), Walzenspinnen (Gattung *Protosolpuga*) und Echte Spinnen (Gattung *Arthrolycosa*) bekannt. *Arthrolycosa* hat noch einen in Abschnitte gegliederten Hinterleib, wie er in vergleichbarer Weise gegenwärtig nur bei den urtümlichsten lebenden Spinnen, den Mesothelae Südasiens (s. S. 420), erkennbar ist. So spärlich fossile Spinnen auch vorliegen, so zeigen sie doch, daß die höchstentwickelten Formen, zum Beispiel die Radnetzspinnen (s. S. 421), am spätesten aufgetreten sind. Gegenüber den Hüftmündern, deren stammesgeschichtliche Blüte im Erdaltertum lag, haben die Spinnentiere ihre größte Formen- und Artenfülle erst in der Erdneuzeit erreicht.

Alle wasserbewohnenden Chelicerentiere mit großem, wohlentwickeltem Hinterkörper werden unter der Bezeichnung HÜFTMÜNDER (Klasse Merostomata) zu einer Gruppe zusammengefaßt. Nicht hierher gehören diejenigen Formen, die sich als Landbewohner nachträglich wieder an das Wasserleben angepaßt haben. Hüftmünder leben heute nur noch im Meer; ausgestorbene Vertreter (Seeskorpione; Abb. S. 393) waren dagegen vielfach Brack- oder sogar Süßwassertiere. Allen Hüftmündern ist eine beachtliche Größe und die besondere Gliederung ihres Körpers gemeinsam. Der Vorderkörper hat eine einheitliche Rückenplatte; der Hinterkörper zeigt einen großen Schwanzstachel. Einzige lebende Ordnung: SCHWERTSCHWÄNZE (Ordnung Xiphosura).

Gleichsam als Überlebende aus lange zurückliegenden geologischen Zeiträumen sind die Schwertschwänze (GL einschließlich Schwanzstachel bis 60 cm) mit wenigen Arten bis in die Gegenwart erhalten geblieben; ja sie treten in den von ihnen bewohnten Meeresgebieten sogar in ganz außerordentlicher Zahl auf. Ihr Körperbau zeigt viele ursprüngliche Eigenschaften, so daß sie dem zuvor geschilderten Grundbauplan eines Chelicerentieres nahe stehen.

Bei diesen größten heute lebenden Chelicerentieren sind Vorder- und Hinterkörper von einer jeweils einheitlichen Rückenplatte bedeckt und gegeneinander beweglich; Schwanzstachel lang und kräftig. Gliedmaßen des Vorderkörpers entsprechend dem Grundschema; Pedipalpen (s. S. 404) und erste bis dritte Laufbeine jeweils mit Scherenbildung am Ende. Gliedmaßen des Hinterleibs dagegen abgewandelt, stark verbreitert, plattenförmig; das vorderste Bein dieser Reihe (insgesamt das achte), an dessen Rückseite die paarigen Geschlechtsöffnungen liegen, bedeckt als eine Art Deckel die folgenden, die jederseits kräftig entwickelte Kiemen tragen. Jede dieser Kiemen besteht aus etwa hundertfünfzig Kiemenblättern, die — den Seiten eines Buches vergleichbar — übereinanderliegen.

▷

Oben:

Ein Skorpion-Pärchen der Gattung *Buthus* beim Paarungsvorspiel.

Unten:

Das Weibchen des afrikanischen Riesenskorpions *Pandinus imperator* (s. S. 413 u. Abb. S. 393) trägt seine Jungen auf dem Rücken.

▷▷

Links (von ob. nach unt.): Die Zebraspinne *Argiope lobata* im Netz mit dem »Zickzackband«.

Art der Gattung *Peucetia*. Die Kreuzspinne *Araneus diadematus* (s. S. 421 sowie Abb. S. 399 u. 410). Ein Weibchen in seinem Netz.

Rechts (von ob. nach unt.): Wespenspinnenweibchen (*Argiope bruennichi*; s. S. 421 u. Abb. S. 399) an seinem bevorzugten Platz im Zentrum des Netzes, den es nur selten verläßt.

Araneide aus Mombasa.

Die Raub- oder Listspinne (*Pisaura mirabilis*; vgl. S. 420 u. Abb. S. 399) trägt ihren Eikokon mit den Cheliceren umher und errichtet, ehe die Jungen schlüpfen, ein Gespinstzelt darum, in dem sie ihn dann bewacht.

▷▷▷

Araneus diadematus (s. S. 421 sowie Abb. S. 399 u. 407), eine Kreuzspinne von Teneriffa.

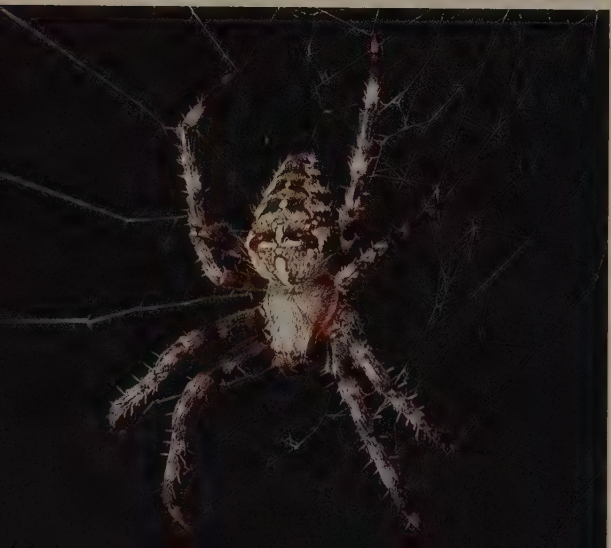
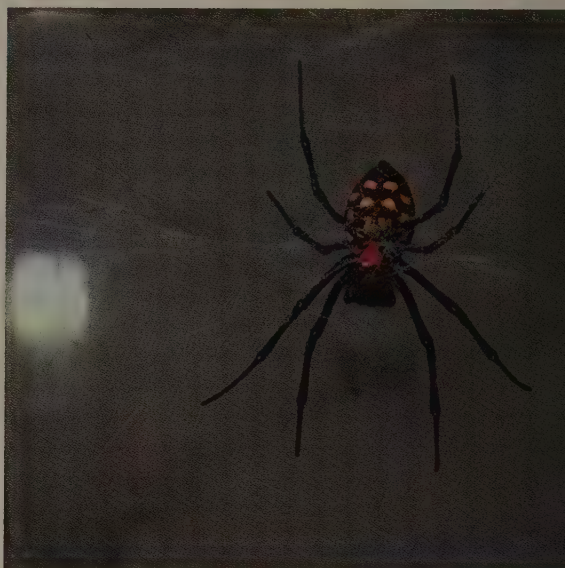
▷▷▷▷

Links (von ob. nach unt.): *Araneus quadratus* (vgl. S. 421) lebt im Riedgras sumpfigen Geländes kniehoch über dem Boden (Grönland, Island bis Japan).

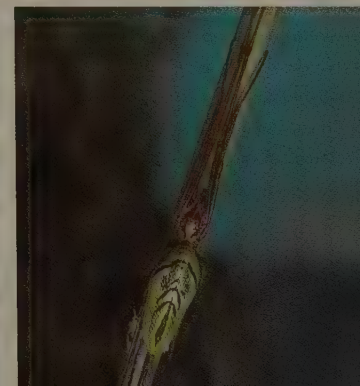
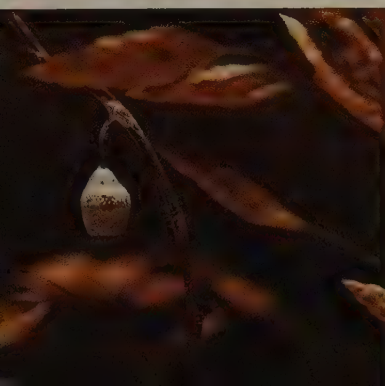
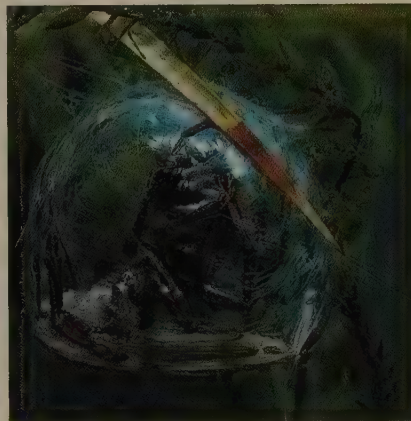
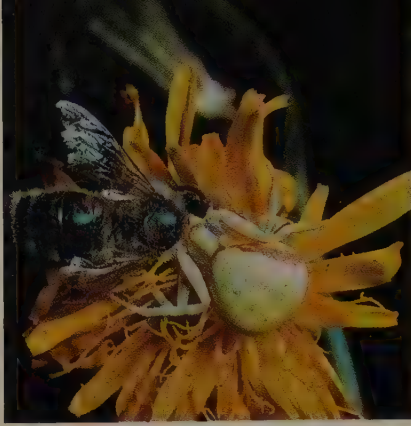
In der Färbung der Umgebung angepaßt, lauert die

Fortsetzung Seite 411









Fortsetzung von Seite 406

Jagdspinne *Micromata rosea* (vgl. S. 422 u. Abb. S. 400) ihrer Beute auf. Eine im Pelz des Hinterkörpers der Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*) mitgeführte Lufthülle muß an der Wasseroberfläche ergänzt werden.

Feenlämpchen heißt der an Zweigen aufgehängte Eikokon der Sackspinne (*Agroeca brunnea*).

Mitte (von ob. nach unt.): *Thomisus onustus* schnappt auf Blüten nach Insekten. Ihrer spitzen Hinterleibsfortsätze wegen werden die tropischen Kreuzspinnen der Gattung *Gasteracantha* (s. S. 421) Stachelspinnen genannt. Als Wohnstatt spinnt sich die Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*) eine Unterwasserglocke und füllt sie mit Luft.

Junge Kreuzspinnen sitzen oft in Scharen an Halmen und Zweigen.

Rechts (von ob. nach unt.): Männchen von *Eresus cinnaberinus* (s. S. 422 u. Abb. S. 415) auf der Suche nach am Boden sitzenden Weibchen (schwarz). Eichenblatt-Radspinne (*Araneus ceropogus*). Die Gliederspinnen (*Lipistiidae*) errichten wie die Falltürspinnen Wohnröhren im Boden, deren Eingang mit einem gut getarnten Deckel verschlossen wird. Ausgelegte Stolperfäden alarmieren die Spinne. Damit der Deckel beim Hervorstürzen nicht zufällt, behält sie stets ein Bein in der Öffnung. Streckerspinne (*Tetragnatha extensa*; vgl. S. 419) in Tarnhaltung.

Schwertschwänze leben oberflächlich grabend im Sand oder Schlamm (Abb. S. 412). Das Pflügen des Untergrundes und das Eingraben erfolgt durch Vorwärtsstemmen des kreisbögig zugerundeten Vorderkörpers. Die Tiere können aber auch mit ihren Gliedmaßen laufen, ja sogar schwimmen. Diese Bewegungsweise kommt bei Jungtieren häufig vor, die sich hierbei in Rückenlage durch Schlagen mit den Blattbeinen des Hinterkörpers fortbewegen. Als Nahrung dient allerlei Getier (z. B. kleinere Fische, Würmer, dünnchalige Weichtiere), das mit den Scheren erfaßt und zur Mundöffnung geführt wird; sie ist durch besondere Wachstumsvorgänge verlagert und liegt merkwürdigerweise zwischen den Ansatzstellen und damit den Hüften der vorderen Beinpaare.

Die Rückenplatte des Vorderkörpers trägt jederseits ein großes Komplexauge, das aus zahlreichen dicht zusammengedrängten Linsenaugen zusammengesetzt ist. Außerdem zeigt der Vorderkörper noch die einfachen, paarigen Mittelaugen, die dicht nebeneinander im vorderen Teil der Rückenmitte liegen; sie sind klein und deshalb leicht zu übersehen. Über andere Sinnesorgane ist wenig bekannt.

Zur Begattung und Eiablage suchen die Schwertschwänze in großer Zahl den Flachwasserbereich der Küsten auf, so daß es zu regelrechten Massensammlungen kommt. Die Männchen besteigen den Rücken der Weibchen und klammern sich hier am Seitenrand des Rückenschildes fest. Das Weibchen gräbt innerhalb der Gezeitenzone etwa fünfzehn Zentimeter tiefe Löcher, in die es jeweils bis zu tausend Eier ablegt; sie werden durch das gleichzeitig abgegebene Sperma des Männchens besamt. Nach etwa sechs Wochen schlüpfen die jungen Larven, aus denen die fertig entwickelten Tiere hervorgehen. Bei der ostamerikanischen Art *Limulus polyphemus* wurde ermittelt, daß mindestens sechzehn Häutungen erfolgen, bis nach neun bis zwölf Jahren die Geschlechtsreife eintritt.

Die heutige Verbreitung der Schwertschwänze wirkt zerrissen. Die Gattung der KÖNIGSKRABBen (*Limulus*) mit der einzigen Art *Limulus polyphemus* (Abb. S. 393) lebt an der Ostküste Nordamerikas. Alle anderen PFEILSCHWANKREBSE (Gattungen *Trachypheus* und *Carcinoscorpinus* mit insgesamt vier Arten) sind dagegen auf die südostasiatischen Meeresgebiete beschränkt.

Die SPINNENTIERE (Klasse Arachnida) sind landbewohnende Chelicerentiere, die dementsprechend zur Luftatmung übergegangen sind. Ihre Atemorgane lassen sich unmittelbar von den aus zahlreichen Blättern gebildeten »Buchkiemen« der Hüftmünder (s. S. 406) herleiten: Durch Einsenkung sind paarige »Buchlungen« entstanden, die nur noch durch paarige Atemschlitze auf der Bauchseite des Hinterkörpers mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Die bei den Schwertschwänzen kräftig entwickelten Gliedmaßen des Hinterkörpers sind dagegen bei den Spinnentieren rückgebildet worden; nur bei den Skorpionen und den Echten Spinnen kann man sie noch deutlich, wenn auch stark abgewandelt, erkennen.

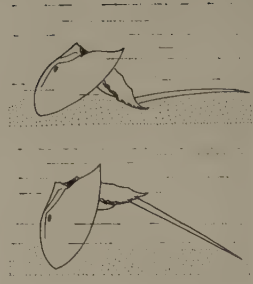
Innerhalb der Spinnentiere müssen mindestens neun Ordnungen unterschieden werden: 1. Skorpione (s. S. 412), 2. Skorpionspinnen (s. S. 413), 3. Palpigraden (s. S. 414), 4. Echte Spinnen (s. S. 414), 5. Kapuzenspinnen (s. S. 423), 6. Afterskorpione (s. S. 423), 7. Walzenspinnen (s. S. 424), 8. Weber-

knechte (s. S. 427), 9. Milben (s. S. 428). Die Zahl der bisher bekannten Arten dürfte bei fünfzigtausend liegen.

In mancher Hinsicht, ganz besonders aber in der Körpergliederung, erweisen sich die SKORPIONE (Ordnung Scorpiones) als verhältnismäßig ursprüngliche Spinnentiere. Sie werden deshalb hier an den Anfang gestellt. Vorderkörper mit einheitlicher Rückenplatte. Anschließender Hinterkörper aus freien Segmenten zusammengesetzt; die letzten fünf zum »Schwanz« verschmälert; am Ende des Hinterkörpers, entsprechend dem Schwanzstachel der Hüftmünder (s. S. 406), ein blasiges, in einen Giftstachel ausgezogenes Anhangsgebilde (»Telson«). Erstes Gliedmaßenpaar (Cheliceren) dreigliedrig, doch kurz; Pedipalpen kräftig entwickelt, am Ende mit Greifscheren; Laufbeine ohne Besonderheiten. Gliedmaßen des Hinterkörpers am neunten Segment in Gestalt paariger, bleicher Anhänge (»Kämme«) ausgebildet. Sie tragen zahlreiche Sinneszellen, die auf mechanische Reize reagieren; biologische Bedeutung noch unklar. Die vier folgenden Segmente (das zehnte bis dreizehnte) mit paarigen Atemschlitzen, die zu den Buchlungen führen. Augen vorhanden: Die Rückenplatte des Vorderkörpers trägt größere paarige Mitelaugen und jederseits an der Übergangsstelle zwischen Vorder- und Seitenrand einige (je zwei bis fünf) kleinere Seitenaugen.

Skorpione sind, ihrer flachen Körpergestalt entsprechend, Bewohner von allerlei Spalten. Als Aufenthaltsort benutzen sie teils natürliche Hohlräume wie Felsspalten und Blattscheiden, teils sind sie aber auch in der Lage, sich entsprechende Hohlräume selbst zu graben, was durch Scharren mit den ersten bis dritten Laufbeinen geschieht. Bei ihrer verborgenen, nächtlichen Lebensweise ist es nur verständlich, wenn sie gelegentlich auch in menschlichen Wohnungen angetroffen werden.

Ihre Beute besteht aus Käfern, Schaben und anderen Gliederfüßern; sie wird mit den Scheren auf kürzeste Entfernung gegriffen und oft unmittelbar zu den Cheliceren gebracht. Der Giftstachel tritt meist nur in Tätigkeit, wenn das Opfer verhältnismäßig groß ist und sich gar zu heftig bewegt; dann krümmt der Skorpion den »Schwanz« über den Rücken nach vorn, und der Giftstachel dringt ein- oder mehrmals ein. Die Cheliceren zerpfücken dann das Beutetier und führen die Nahrung dem Mundvorraum zu. Natürlich dient der Giftstachel auch der Verteidigung; doch von sich aus sind Skorpione keineswegs angriffslustig. Erst wenn sie entsprechend bedrängt werden, führt der aufwärts gekrümmte Schwanz (Abb. S. 393) schlagende, nach vorn gerichtete Bewegungen aus. Die Giftwirkung ist recht unterschiedlich. Für den Menschen sind die meisten Arten, zum Beispiel auch die kleinen Angehörigen der Gattung *Euscorpius* aus Südeuropa (Abb. S. 393), einigermaßen ungefährlich; andere verursachen schmerzhaft Stiche, Schwellungen, manchmal auch Fieber; solche Erscheinungen klingen gewöhnlich nach ein oder zwei Tagen wieder ab. Einige Arten sind dagegen ausgesprochen gefährlich; ihr Stich kann, zumal bei Kindern, zum Tode führen. Merkwürdigerweise handelt es sich hierbei zumeist um Skorpione trockener Zonen, insbesondere der nordafrikanischen und amerikanischen Wüstengebiete. Das Gift des SAHARA-SKORPIONS (*Androctonus australis*) steht an Gefährlichkeit kaum dem einer Kobra nach und kann einen Hund innerhalb von Sekunden töten.



Limulus polyphemus. Zwei Möglichkeiten der Einstellung des Körpers beim Graben im Schlamm (s. S. 411).

Der Giftstachel
der Skorpione

Die Begattung beginnt mit einem Vorspiel, das Männchen ergreift mit seinen Scheren die Pedipalpen des ihm gegenüberstehenden Weibchens und führt es schreitend mit sich; die Skorpione »tanzen«. Nach bestimmten Verhaltensweisen, die bei den einzelnen Arten etwas verschieden sind, setzt das Männchen auf dem Untergrund ein gestieltes Samenpaket (Spermatophore) ab. Dann bewegt es, selbst rückwärts gehend, seine Partnerin so weit nach vorn, bis sie sich mit ihrer Geschlechtsöffnung über dem Samenpaket befindet und es aufnimmt. Skorpione sind teils lebendgebärend, teils platzen die Eihüllen gleich nach der »Geburt« und lassen bereits fertig entwickelte Jungtiere hervortreten. Die Mütter tragen ihre Jungen einige Zeit auf dem Rücken mit sich herum.

»Kinderpflege« der Skorpione

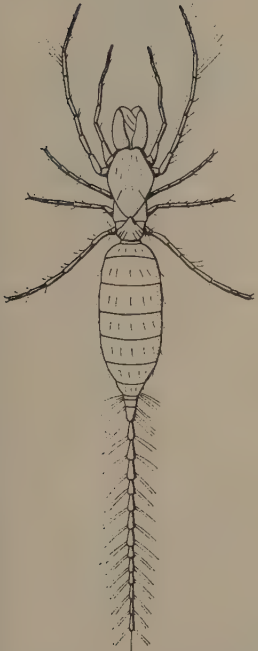
Schon der große Insektenforscher Jean-Henri Fabre (1823–1915) hat eine besonders hübsche Beschreibung dieser »Kinderpflege« der Skorpione gegeben: Sie steigen eins nach dem andern auf den Rücken der Mutter. Zuerst spazieren sie gemächlich die Scheren entlang, die die Skorpionin zur Seite geneigt hält, was ihnen das Klettern erleichtert. Eng aneinandergedrängt sitzen sie dann auf dem Rücken der Mutter. Mit ihren kleinen Krallen halten sie sich ziemlich fest, so daß es schwierig ist, sie mit einem Pinsel fortzufegen, ohne den zarten Wesen zu schaden. Wenn Fabre der Familie mit einem Strohalm zu nahe kam, hob die Skorpionin sofort ihre beiden Scheren in die Höhe, zum Gegenstoß bereit.

Streift man einer Skorpionin die Kinder ab, so geht sie auf die Suche, bemüht sich, wieder mit ihnen in Berührung zu kommen, und läßt sie dann erneut auf ihren Rücken klettern. Bereits Fabre hat beobachtet, daß dabei »fremde Kinder ebenso bereitwillig zugelassen werden wie die eigenen. Man möchte fast sagen, die Skorpionin adoptiert sie.«

Man kennt etwa sechshundert verschiedene Skorpionarten, die sich auf vier Familien und zahlreiche Gattungen verteilen. Hier können nur Beispiele genannt werden. Der KAISERSKORPION (*Pandinus imperator*; GL bis 8 cm; Abb. S. 393 u. 407) ist eine der imponierendsten Gestalten und lebt im tropischen Westafrika. Andere Vertreter der Gattung *Pandinus* kommen gleichfalls in Afrika vor. Im süd- und südosteuropäischen Raum sind mehrere, schwer unterscheidbare Arten der Gattung *Euscorpius* (vgl. Abb. S. 393) häufig; Krems in Österreich ist der nördlichste Fundort. Es handelt sich hierbei um verhältnismäßig kleine Tiere mit recht starken Pedipalpen und auffallend kleinem, zierlichem Schwanz.

Eine weitere Gruppe gleichfalls flach gebauter Spaltenbewohner wird unter der Bezeichnung SKORPIONSPINNEN (Ordnung Pedipalpi) zusammengefaßt. Damit sind der Name einer Formengruppe aus der Spinnenverwandtschaft und der Fachausdruck für das zweite Gliedmaßenpaar (Pedipalpen) der Chelicerentiere identisch, was unter Umständen zu Verwechslungen führen kann.

An gemeinsamen Merkmalen sind zu nennen: Vorder- und Hinterkörper gegeneinander abgegrenzt, bei den Geißelspinnen sogar durch eine Einschnürung (verschmälert erster Ring des Hinterkörpers) abgesetzt; zwei, seltener nur ein Paar Buchlungen. Pedipalpen grob und mit endständiger Schere oder als »Fangkorb« ausgebildet (Abb. S. 416). Erstes Laufbeinpaar zu



Die Palpigrade *Koenenia mirabilis* (s. S. 414). Teilung des Vorderkörpers in ein Proterosoma und zwei freie Segmente, Verengung der letzten drei Metamere (Segmente 14–17) zu Ringen.

einem fühlerartigen Tastorgan abgewandelt. Zwei Hauptgruppen: 1. GEISSELSKORPIONE (Unterordnung Uropygi; GL bis 4,5 cm; s. unten), 2. GEISSELSPINNEN (Unterordnung Amblypygi; GL bis 4,5 cm; s. unten).

Die GEISSELSKORPIONE verdanken ihren Namen einem eigenartigen Schwanzanhang, der von den drei letzten Ringen des Hinterkörpers und einer darauffolgenden gegliederten Geißel gebildet wird; die Geißel entspricht dem Schwanzstachel der Pfeilschwänze und dem Endabschnitt des Skorpion-»Schwanzes« — der Giftblase mit Stachel. Die Tiere sind ganz auf die Subtropen und vor allem Tropen beschränkt. Ihre Begattung erfolgt ähnlich wie bei den Skorpionen. In zweifacher Hinsicht erweisen sich die Geißelskorpione als wehrhafte Geschöpfe: Sie vermögen mit den Pedipalpenschen recht empfindlich zu kneifen und verfügen zugleich über »chemische Kampfstoffe«: Beiderseits des Afters münden auf dem beweglichen, schmälere Endabschnitt ihres Hinterkörpers große paarige Drüsen aus, deren Absonderung sie einem Angreifer zielsicher entgegenspritzen. In einem genauer untersuchten Fall ergab sich die folgende Zusammensetzung dieses »Kampfstoffes«: Essigsäure 84 v. H., Caprylsäure 5 v. H., Wasser 11 v. H. Man kennt gegen hundertdreißig Arten, von denen hier als Beispiel der auf Formosa lebende LANGSCHWÄNZIGE FADENSKORPION (*Typopeltis crucifer*; Abb. S. 416) erwähnt sei.

Einen ganz anderen Gestaltstyp finden wir bei den GEISSELSPINNEN. Sie haben im Gegensatz zu den mehr langgestreckten Geißelskorpionen einen rundlichen Vorder- und einen längsovalen Hinterkörper ohne Schwanzanhang und Giftdrüsen. Ihre stark verlängerten Pedipalpen sind mit langen, sehr spitzen Dornen besetzt (Abb. S. 416). Gegeneinander eingeschlagen, stellen sie die vollendete Konstruktion eines »Fangkorbes« dar. Das erste Beinpaar ist zu einer überaus langen, feingliedrigen Fühlergeißel verlängert. Die nächtlich, vielfach auch in Höhlen lebenden Tiere kommen nur in den Tropen und Subtropen vor; nächste Vorkommen auf Kreta und in Israel. Wie bei den Geißelskorpionen erfolgt die Samenübertragung durch Spermapakete der Männchen. Sie betrillern die Weibchen mit den langen Tastbeinen und leiten sie schließlich zu dem abgesetzten Samen. Etwa sechzig verschiedene Arten wurden bisher beschrieben; *Damon medius* aus dem tropischen Westafrika soll hier als kennzeichnender Vertreter vorgestellt werden (Abb. S. 416).

An die Skorpionspinnen kann man die PALPIGRADEN (Ordnung Palpigradi; GL 2,8 mm) anschließen. Es sind winzige, bleiche Spinnentiere, deren Vorderkörper keine einheitliche Rückenplatte aufweist; der Hinterkörper trägt eine langgestreckte, vielgliedrige Geißel. Die zarten, in wärmeren Ländern weltweit verbreiteten Tiere leben unter eingesunkenen Steinen und in der Feuchtluft tiefer Bodenspalten. Obwohl sie erst 1885 von Grassi auf Sizilien entdeckt wurden, hat man seitdem sechsundvierzig Arten beschrieben, von denen eine sogar bei Innsbruck gefunden wurde (Abb. S. 413).

Die ECHTEN SPINNEN oder WEBESPINNEN (Ordnung Araneae) stellen zweifellos die bekannteste Gruppe der Spinnentiere dar. Zugleich bilden sie mit über dreißigtausend inzwischen bekannten Arten neben den Milben die formenreichste Teilgruppe dieses Verwandtschaftskreises. KL von 9 cm (Vogelspinnen) bis 0,7 mm (kleinste Spinnenarten). Vorder- und Hinter-

Echte Spinnen (Ordnung Araneae; s. S. 414):

1. *Hyptiotes paradoxus* (Weibchen, oben in natürlicher Größe; vgl. S. 422)
2. Ameisenspinne (*Myrmarchae formicaria*, Männchen, unten in natürlicher Größe; s. S. 422)
3. *Eresus cinnaberinus* (rechts in natürlichen Größen, oben Weibchen, unten Männchen; s. S. 422)
4. *Pholcus phalangioides* (Weibchen mit Eiern; s. S. 421)
5. *Dysdera erythrina* (Männchen, rechts in natürlicher Größe; vgl. S. 421)

Ordnung

Echte Spinnen

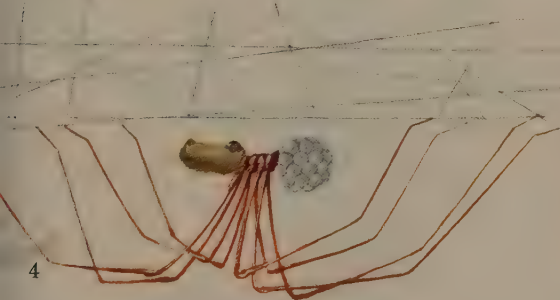
1



2



3



4



5





- Spinnentiere (Klasse Arachnida; s. S. 411):
1. Geißelspinne (*Damon medius johnstoni*; vgl. S. 414)
 2. *Chelypus macronyx*
 3. Walzenspinne (*Solpuga lethalis*; vgl. S. 427)
 4. Langschwänziger Fadenskorpion (*Thelphusa peltis crucifer*; s. S. 414)
 5. und 6. Bücherskorpion (*Chelifer cancroides*; s. S. 423)
 5. natürliche Größe
 6. vergrößert

körper durch eine starke Einschnürung gegeneinander abgesetzt: »Hinterleibsstiel«, vom ersten Ring des Hinterkörpers gebildet. Vorderkörper mit einheitlicher Bauch- und Rückenplatte, diese nahe dem Vorderrand mit einer Augengruppe; ursprüngliche Zahl von acht Augen teils beibehalten, teils verringert; extreme Höhlenspinnen ganz ohne Augen. Hinterkörper mehr oder weniger sackförmig, dessen Körperringe bei erwachsenen Tieren nicht mehr äußerlich abgesetzt erkennbar sind (Ausnahme: Unterordnung Mesothelae; s. S. 420). Cheliceren nur zweigliedrig, mit Grundglied und dagegen einschlagbarer Klaue; hier kurz vor der Spitze die Mündung der Giftdrüse. Pedipalpen beim ♀ und auch beim nicht geschlechtsreifen ♂ den Laufbeinen ähnlich gestaltet, doch kürzer, tasterartig. Die vier Laufbeine vor allem bei netzbauenden Formen mit damit in Zusammenhang stehenden Sonderbildungen (z. B. Webestachel der Kreuzspinnen). Gliedmaßen des Hinterleibs weitgehend rückgebildet, diejenigen der zweiten und dritten Hinterleibsringe zum Teil noch in Gestalt der (auf der Grundlage von Beinanlagen gebildeten) Fächerlungen vorhanden. Gliedmaßen der darauffolgenden vierten und fünften Ringe zu Spinnwarzen umgestaltet und — durch Lageverschiebung während des Wachstums — an das Körperende verlagert; alle weiteren fehlen völlig. Ursprüngliche Gliederung des Hinterkörpers bei vielen Spinnen noch durch das Zeichnungsmuster der Rückenseite widerspiegelt, zum Beispiel durch aufeinanderfolgende Winkelflecke.

Alle Spinnen ernähren sich von Tieren. Fast immer fangen sie Gliederfüßer, insbesondere Insekten; die großen Vogelspinnen überwältigen allerdings auch Eidechsen und andere kleinere Wirbeltiere. Nur die Vertreter bestimmter Teilgruppen bauen regelrechte Fangnetze, stellen also Fallen. Zahlreiche andere Formen schweifen jagend umher oder lauern an bestimmten Stellen — zum Beispiel Blüten — auf Beute. Vielfach ziehen die umherschweifenden Jäger einen sogenannten »Sicherheitsfaden« hinter sich her, den sie beim Laufen fortgesetzt weiterspinnen, also verlängern, und gelegentlich am Untergrund anheften. Bei vielen Wolfsspinnen können wir diesen Vorgang sehr schön beobachten. Die eigentlichen Fallensteller sind dagegen standorttreu. Im einfachsten Falle bewohnen sie Erdröhren oder Mauerritzen und spinnen Fadenstränge, die strahlenförmig von der Röhrenmündung ausgehen. Stößt ein Beutetier an solche »Stolperdrähte«, wird die dadurch ausgelöste Erschütterung derart auf das die Wohnröhre auskleidende Gespinst übertragen, daß die Spinne zugleich auch noch die Richtung erkennt, in der die Beute zu finden sein wird (Abb. S. 418).

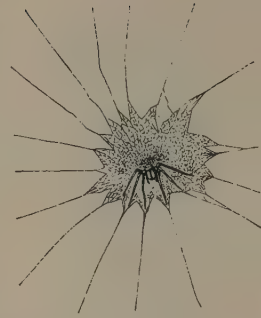
Von diesem Grundtyp lassen sich unter anderem die »Deckennetze« ableiten. Wir finden sie unter anderem bei den Hauswinkelspinnen (z. B. Gattung *Tegenaria*, Abb. S. 399). Diese jeder Hausfrau als »Ärgernis« nur zu gut bekannten Netze zeigen im äußersten Winkel ein sackförmiges Wohngepinst, welches der zuvor erwähnten Wohnröhre entspricht und in dem sich die Spinne gewöhnlich aufhält. Daran schließt sich eine gesponnene Decke an, die derart mit Stolperfäden überzogen ist, daß sich ein Insekt darauf überhaupt nur noch »watend« fortbewegen kann.

Solche Netztypen wirken urtümlich gegenüber denen von Spinnen, die klebrige Fäden zu erzeugen vermögen. Im Gegensatz zu den bisher bespro-

chenen »Stolperdrähten« werden hier regelrechte »Leimruten« erzeugt. Es gibt hier zwei grundsätzlich verschiedene Typen: sogenannte »cribellate« Spinnen, die Stränge einer überaus feinen Fangwolle absondern, und »ecribellate« Spinnen, die regelrechte Klebefäden hervorbringen. Die cribellaten Spinnen bürsten mit Hilfe besonderer Borstenbildungen des vierten Beinpaars ihre Fangwolle auf die zuvor gesponnenen gewöhnlichen Netzfäden auf. Elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben, daß diese Fäden eine Masse außerordentlich dünner, lockerer Einzelfädchen enthalten, deren Dicke bei 0,000015 Millimeter liegt. Sie haften – vermutlich durch Oberflächenkräfte – an dem Beutetier, das sich im übrigen durch sein Zappeln immer mehr in dieser tückischen Fangwolle verstrickt. Alle übrigen Spinnen fangen ihre Beute mit Hilfe von Klebefäden, die – einer Perlenkette vergleichbar – hintereinandergereiht winzige Klebetropfchen tragen.

Es ist ganz unmöglich, hier die Vielfalt der Netztypen zu schildern. Hingewiesen sei auf die Netze der BALDACHINSPINNEN oder DECKENNETZSPINNEN (Familie Linyphiidae), die durch weitere Fäden vielfältig verspannt und als waagerechte Decken häufig in Gebüsch – so im Herbst in Fichtenschonungen – und zwischen niederen Pflanzen zu finden sind. Die »Fußangelnetze« der meisten HAUBENNETZSPINNEN (Familie Theridiidae), zu denen auch die »Schwarze Witwe« (Abb. S. 399) gehört, zeigen dagegen eine recht lockere, ebenfalls mannigfach verspannte Decke; meist sind die nach unten verlaufenden Fäden klebrig. Als Vollendung des Netzbaues erscheinen uns die Radnetze. Sie treten sowohl bei den cribellaten als auch bei den ecribellaten Spinnen auf. Noch immer ist nicht sicher entschieden, ob somit das Radnetz von den Spinnen tatsächlich zweimal unabhängig »erfunden« wurde; die andere Möglichkeit ist, daß sein Auftreten in beiden Teilgruppen bereits von gemeinsamen Ahnen ererbt wäre. Ein vollständiges Radnetz, wie es von der Kreuzspinne (Abb. S. 399) gebaut wird, geht zunächst von wenigen Grundfäden aus, in die dann mehr oder weniger regelmäßige Speichen (Radien) eingezogen werden. Nachdem das Zentrum durch ein dichteres Gespinnst (Nabe) verfestigt ist, trägt die Spinne noch einen Faden in Form einer weiten Spirale (Hilfsspirale) auf. Er hat nur vorübergehende Bedeutung als »Halteseil«, wenn im nächsten Arbeitsgang eine zweite, wesentlich engere Spirale angelegt wird; nur sie besteht aus einem Klebefaden (Fangfaden). Gleichzeitig bricht die Spinne die Hilfsspirale wieder ab, sie ist also kein Bestandteil des fertigen Netzes. Oft stellen die Spinnen diese Netze in jeder Nacht neu her. Das Material des »älteren« Netzes verzehren sie zuvor, gewinnen es also gleichsam zurück.

Viele Menschen haben ganz zu Unrecht »Angst vor Spinnen«. Das ist völlig ungerechtfertigt; denn es gibt nur ganz wenige Arten, deren Biß für den Menschen tatsächlich unangenehm oder gar gefährlich werden kann. Die weitaus größte Zahl der Spinnen ist noch nicht einmal in der Lage, die menschliche Haut zu durchbeißen. Selbst unter den großen Vogelspinnen sind nur ganz vereinzelte Formen wirklich gefährlich; das Gift dieser Tiere reicht im allgemeinen nur zum Töten kleinerer Wirbeltiere – etwa bis Taubengröße – aus: In der Regel ist die Gefahr einer Blutvergiftung ernster zu nehmen als die Wirkung des Spinnengiftes. Unter den wirklich gefähr-



Segestria florentina. Der ins Freie führende Ausgang ihrer Wohnröhre erweitert sich und geht in radiär verlaufende Stolperfäden über. Das andere Röhrenende dient der Flucht. Tagsüber sitzt die Spinne in der Tiefe der Röhre, nachts lauert sie nahe am Eingang (s. S. 417).



Netz von *Dictyna arundinacea*. Speichen (Radien) 5–6 cm lang.



Kreuzspinnennetz (leicht schematisiert), Durchmesser 30 cm. 1 oberer Rahmenfaden (Brücke), 2 Nabe, 3 Fangfadenzone, 4 Klebfaden, 5 Rahmenfaden, 6 Speiche (Radius).

lichen Formen ist neben einer einzigen südamerikanischen Kammspinne (Gattung *Phoneutria*) und der gleichfalls amerikanischen Gattung *Loxosceles* vor allem die »Schwarze Witwe« (Abb. S. 399) hervorzuheben, da ihre Giftdrüsen ein Nervengift enthalten. Zwar sind die Männchen wegen ihrer geringen Körpergröße für den Menschen harmlos, der Biß der nur etwa erbsengroßen Weibchen ist hingegen überaus schmerzhaft, in seltenen Fällen sogar lebensgefährlich.

Sehr merkwürdig, ja sogar einzigartig verläuft die Begattung der Spinnen. Die Geschlechtsöffnungen liegen bei beiden Geschlechtern im vorderen Teil der Bauchseite des Hinterleibs. Beim Männchen dient jedoch der stark abgewandelte Endabschnitt des vordersten Beinpaars (der Pedipalpen) als Übertragungsorgan, das zunächst einmal mit Sperma gefüllt werden muß. Hierzu spinnt das Männchen ein kleines »Spermanetz« und setzt darauf einen Tropfen Samenflüssigkeit ab, der sodann mit den Begattungsorganen aufgenommen wird: Die Pedipalpen sind »betankt«, und die Begattungsbereitschaft ist hergestellt. Bei den großen tropischen Vogelspinnen dauert dieser Auftakt zur eigentlichen Begattung oft zwei bis drei Stunden. Erst jetzt nähert sich das Tier einem Weibchen, wobei eine wesentliche Schwierigkeit zu überwinden ist. Der Beutetrieb der meist größeren Geschlechtspartnerin muß ausgeschaltet und diese zugleich auf Begattungsbereitschaft »umgestimmt« werden. Die Männchen der Kreuzspinnen tun dies durch kennzeichnende Zupfrhythmen am Netz der Weibchen. Andere Spinnenmännchen geben optische Signale, was jedoch verständlicherweise nur bei Formen mit verhältnismäßig gutem Gesichtssinn vorkommt. Wink- und Zitterbewegungen, oft verbunden mit dem Zurschaustellen bestimmter Zeichnungsmuster, spielen hier eine große Rolle.

»Männliche Wolfsspinnen winken den Weibchen heftig mit beiden Tastern«, wie Wendt erzählt, »richten sich hoch und machen dabei sogar einige Tanzschritte.« Ausgesprochene Tänze führen viele männliche Springspinnen auf. Es sind sehr kleine, oft auffällig gezeichnete Tiere, deren Jagdmethoden fast katzenartig wirken. Sie schleichen sich geschickt an ihre Beutetiere an, springen ihnen auf den Rücken und erledigen sie durch raschen Biß. Wenn ein Springspinnenmännchen dagegen ein Weibchen erblickt, unterläßt es das übliche Anschleichen; es richtet sich im Gegenteil hoch auf; meist winkt es mit dem ersten Beinpaar und bewegt sich in dieser Stellung vor dem Weibchen hin und her, bis es ihm Kopf an Kopf gegenübersteht. Ist das Weibchen bis dahin friedlich geblieben und hat es sich nicht vom Fleck gerührt, dann kann das Männchen es »wagen«, die Erwählte anzuspringen und seine samengefüllten Taster in ihre Geschlechtsöffnung einzuführen (Abb. S. 420).

Bei einigen Spinnenarten ist es üblich, daß sich die Partner bei der Paarung verklammern (Abb. S. 420). Bei den mitteleuropäischen Streckkiefen (*Tetragnatha*; vgl. Abb. S. 410) stemmt das Männchen seine kräftigen Cheliceren querabgewinkelt gegen diejenigen des Weibchens, die auf diese Weise weit auseinandergespreizt gehalten werden; dementsprechend kann das Männchen, das diese Verklammerung während des ganzen Paarungsvorganges beibehält, nicht gebissen werden. Etwas anders liegen die Verhältnisse bei man-



Spitze des männlichen Pedipalpus von *Segestria senoculata* mit dem besonders einfachen Kopulationsapparat (2) und seiner Ansatz-(Insertions-)Stelle am Tarsus (1).

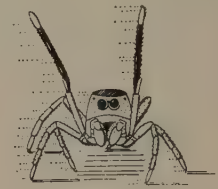
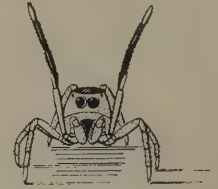
chen Zwergspinnen (Erigonidae). Hier tragen die Männchen im Bereich der Augenregion ihres Vorderkörpers geradezu bizarre Fortsätze (z. B. bei *Walckenaera*; Abb. S. 400). Bei einigen Arten wurde beobachtet, daß sich die Weibchen während der Begattung daran mit den Cheliceren festhalten. Bei einer Kreuzspinne Südfrankreichs und der Iberischen Halbinsel wurde von Graßhoff festgestellt, daß das Männchen im Vergleich zu denen anderer Arten ungewöhnlich klein ist. Bei der Begattung springt es das im Radnetz hängende Weibchen, einem Artisten vergleichbar, regelrecht an. War der Ansprung gut »gezielt« und damit erfolgreich, so rastet einer der samengefüllten Taster an den komplizierten Fortsätzen der weiblichen Geschlechtsöffnung ein. Zugleich schlägt das Weibchen seine Klauen tief in den Hinterleib des Freiers ein. Die Samenübertragung wird durch den tödlichen Biß offenbar nicht beeinträchtigt. Nach etwa neun Minuten, so beobachtete Graßhoff, ist dieser Vorgang beendet; das Weibchen zieht das Männchen mit einem kurzen Ruck ganz vor seine Mundteile, um es zu verzehren.

Eine Jagdspinne, *Pisaura listeri* (vgl. Abb. S. 399), geht noch einen Schritt weiter. Das Männchen fängt eine Fliege, spinnt sie ein, stolziert damit dem Weibchen entgegen und überreicht ihm das Paket gleichsam als »Brautgabe«. Die Anbietung kann einige Zeit dauern und oftmals wiederholt werden. Dabei ist das Männchen im höchsten Maße erregt und nimmt eine ganz groteske Körperhaltung ein. Nicht paarungsbereite *Pisaura*-Weibchen lassen sich davon nicht im geringsten beeindrucken oder drohen sogar dem Bewerber und jagen ihn weg. Wenn die Fliege aber angenommen ist, also das Weibchen seine Klauen in das Gespinstpaket eingeschlagen hat, vollzieht das Männchen die Begattung. Der englische Spinnenforscher Bristowe beobachtete, daß das Männchen nach vollzogener Samenübertragung gelegentlich sein »Brautgeschenk« wieder mitnimmt!

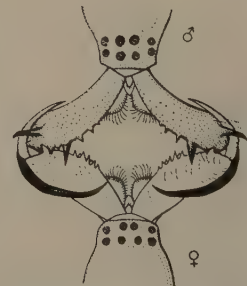
Bei der späteren Eiablage erzeugen die Weibchen vielfach ein Gespinstpaket (Kokon), das meist aufgehängt oder an einer Unterlage festgesponnen wird; die Wolfsspinnenweibchen (Abb. S. 399) tragen den Kokon sogar unter dem Hinterleib mit sich umher. Gerade im Frühling kann man diese Spinnen mit ihren weißen oder grünlichblauen Eipaketen bei jedem Wiesen- oder Waldspaziergang auf dem Erdboden oder auch auf Kräutern beobachten: Sie »sonnen« den Kokon. Einige Zeit später sitzen die ausgeschlüpften Jungen in dichtem Gedränge auf dem Hinterleib der Mutter und lassen sich spazierentragen.

Die Unterordnung der MESOTHELEN (Mesothelae; KL 1–3,5 cm) enthält die altertümlichsten heute noch lebenden Spinnen. *Liphistius* (Abb. S. 400) ist die bekannteste Gattung. Stets zeigt der Hinterleib freie Rückenplatten, und die Spinnwarzen sind »noch« nicht zum Hinterende des Körpers verschoben, liegen also in der Mitte der Bauchseite. Alle neun Arten bewohnen Südostasien.

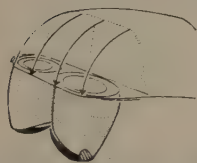
Zur Unterordnung der VOGELSPINNEN i. w. S. (Orthognatha; KL bis 9,5 cm) gehören große, dichtbehaarte, braune bis schwarze Spinnen. Die wissenschaftliche Bezeichnung nimmt auf die kennzeichnende Anordnung der Cheliceren (s. S. 403) Bezug: Wie bei der vorher geschilderten Ordnung sind die Grundglieder parallel zur Körperlängsachse nach vorn gerichtet; die Klauen



Das Springspinnen-Männchen (*Attulus saltator*) führt bei der »Balz« eine Pirouette (Kreisdrehung) auf den Laufbeinspitzen aus (s. S. 419).



Verklammerung der Streckkiefer (*Tetragnatha*) bei der Begattung (s. S. 419).



Vergleich zwischen ortho-
(oben) und labidognather
(unten) Chelicere.

liegen nebeneinander und arbeiten unabhängig voneinander. Der Hinterleib ist einfach-sackförmig; bei den ECHTEN VOGELSPINNEN (Familie Aviculariidae) zeigt er oft eine Stelle, an der die Behaarung fehlt. Diese »Glatze« entsteht durch Darüberstreichen mit den Hinterbeinen: Die Haare splittern ab und werden einem Angreifer entgegengeweht. Sie bewirken eine starke Reizung der Schleimhäute, vor allem der Atemwege. Vogelspinnen leben in allen warmen und heißen Ländern.

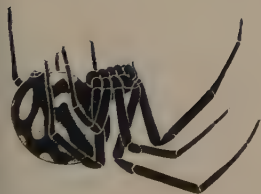
Weitaus die meisten Spinnenarten gehören den LABIDOGNATHEN (Unterordnung Labidognatha) an. Bei ihnen sind die Cheliceren-Grundglieder nach unten gerichtet, die Klauen arbeiten gegeneinander, sie sind also zueinander in Beziehung getreten. Die zur Familie der SECHSAUGEN (Dysderidae) gehörenden Arten der Gattung *Dysdera* (KL bis 15 mm; vgl. Abb. S. 415) leben meist unter Steinen. Ihre Cheliceren sind langgestreckt, die Klauen als lange Dolche entwickelt. Dies steht in Beziehung zur Ernährungsweise: *Dysdera* fängt und verzehrt Landasseln.

In Mitteleuropa sind die ZITTERSPINNEN (Familie Pholcidae; Gattung *Pholcus*) mit zwei Arten vertreten, von denen hier *Pholcus phalangioides* (KL bis 11 mm; Abb. S. 415) im Bild gezeigt wird. Die sehr langbeinigen Tiere hängen mit dem Rücken nach unten an einem zarten Fadengerüst. Bei Störungen oder Gefahr versetzt die Zitterspinne ihren Körper und das ganze Netz in zitternd-schwingende Bewegung und ist dann nur noch unscharf zu erkennen. Bei uns lebt sie vor allem in Gebäuden.

Die Schwarze Witwe

Von den KUGELSPINNEN (Familie Theridiidae; KL 1–15 mm) sind über 1300 Arten bekannt. Zu dieser Gruppe gehört unter anderen die berühmte SCHWARZE WITWE oder MALMIGNATTE (*Latrodectus mactans*; Abb. S. 399); sie ist zusammen mit einigen nahe verwandten Arten sehr weit verbreitet und kommt auch im Mittelmeergebiet vor. Lediglich in Mitteleuropa und dem nördlichen Eurasien fehlt sie. Die echte »Schwarze Witwe« (♀ KL bis 10 mm) ist tiefschwarz, meist mit roten apfelsinenscheibchenförmigen Flecken auf dem Hinterleib; stets vorhanden ist eine rote eieruhrförmige Figur auf der Bauchseite des Hinterleibs, an der sie sich leicht erkennen läßt.

Die RADNETZSPINNEN IM ENGEREN SINNE (Familie Araneidae) enthalten Hunderte von Arten. Zu der wichtigsten Gattung *Araneus* gehört unter anderem unsere KREUZSPINNE (*Araneus diadematus*; KL ♀ bis 17 mm; Abb. S. 399, 407 u. 410). Sie hält sich bei Tage im Zentrum ihres Netzes auf. Andere Arten bauen Schlupfwinkel in unmittelbarer Nähe des Netzes, mit dem sie vielfach durch einen »Signalfaden« verbunden sind. Diesem Verwandtschaftskreis gehört auch die in Südeuropa allgemein verbreitete WESPENSPINNE (*Argiope bruennichi*; KL ♀ bis 25 mm; Abb. S. 399 u. 407) an. Sie ist nicht nur an ihrer auffälligen Färbung sofort zu erkennen, sondern auch an ihrem Netz. Es zeigt ein merkwürdiges Zickzackband aus weißer Spinnenseide. In Mitteleuropa, ja sogar in England kommt sie an klimatisch begünstigten Stellen vor. In wärmeren Ländern und noch mehr in den Tropen leben merkwürdig bedornete Radnetzspinnen (Abb. S. 410) von bizarrer Schönheit; die wichtigste Gattung ist die der STACHELSPINNEN (*Gasteracantha*). Vielleicht bieten die Dornbildungen einen gewissen Schutz gegen Nachstellungen durch Vögel. Bei den meisten Spinnenarten sind die Männchen erheblich kleiner



Die »Schwarze Witwe«
(*Latrodectus mactans tredecimguttatus*, Weibchen)
des Mittelmeergebietes.
Die Tiere hängen gewöhnlich mit dem Rücken nach unten in ihrem Gespinst.

als die Weibchen, besonders winzig jedoch sind die männlichen Stachelspinnen, so daß man von vielen Arten bisher überhaupt nur die verhältnismäßig auffälligen Weibchen kennt; die zugehörigen Männchen müssen demzufolge also noch entdeckt werden.

Zu den zahllosen Arten der ZWERGSPINNEN (Familie Ergigonidae) zählt *Walckenaera acuminata* (KL bis 3,7 mm; Abb. S. 400). Der merkwürdige »Kopffortsatz« des Männchens dient dem Weibchen zum Festhalten bei der Begattung. Viele Vertreter dieser Gruppe »fliegen« mit einem regelrechten Fadenfloß über große Entfernungen; ja sie überwinden selbst Ozeane. Sie sind es, die das Gesicht des Altweibersommers prägen; denn in dieser Zeit ist die Luft mit ihren Fäden und mit daran fliegenden Zwergspinnen erfüllt. — Anzuschließen sind hier die STRECKKIEFER (Familie Tetragnathidae) mit der wichtigsten Gattung *Tetragnatha* (KL ♀ bis 12 mm). Sie bauen horizontale Radnetze, meist in der Nähe von Gewässern. Die langen Cheliceren der Männchen spielen eine Rolle bei der Begattung (Abb. S. 400).

Familie
Zwergspinnen

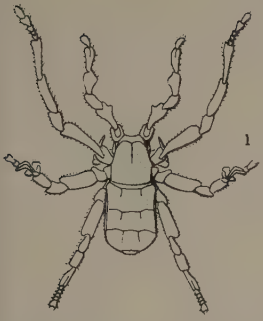
Zu den TRICHTERSPINNEN (Familie Agelenidae) gehören unter anderen die HAUSWINKELSPINNEN (Gattung *Tegenaria*) mit der allbekannten HAUSSPINNE (*Tegenaria domestica*; ♀ KL 14 mm; Abb. S. 399). Ihnen schließen sich die überaus artenreichen WOLFSPINNEN (Familie Lycosidae) an, die als umherschweifende Jäger leben, wie Arten der Gattung *Pardosa* (KL bis gegen 8 mm). Hierher gehören auch die südeuropäischen TARANTELEN (Gattung *Lycosa*), von denen die Sage behauptet, daß ihr Biß eine »rasende Tanzsucht« hervorrufe. In Wirklichkeit sind sie nicht gefährlicher als andere Spinnen von ähnlicher Größe.

Familie
Trichterspinnen

Die KRABBENSPINNEN (Familie Thomisidae; KL 5–7 mm) bauen keine Netze. Meist belauern sie ihre Beute auf Gesträuch, vor allem aber auf Blüten. Ihre wichtigsten Gattungen sind *Xysticus* (Abb. S. 400) und *Ozyptila*. Das Opfer wird nicht zerkaut, sondern nur angebissen und ausgesogen. Zu den Krabbenspinnen im weiteren Sinne gehört die leuchtend grün gefärbte *Micrommata* (Abb. S. 400 u. 410). Ausgesprochene Augentiere sind die SPRINGSPINNEN (Familie Salticidae); sie jagen umherschweifend nach Beute und springen ihr Opfer an. Diese mit rund 2800 Arten formenreichste Familie der Spinnen ist in Mitteleuropa, neben vielen anderen Formen, durch den häufigen *Salticus scenicus* (KL bis 6 mm, Abb. S. 399) vertreten. Die schlankere AMERSENSPINNE (*Myrmarachne formicaria*; Abb. S. 415) von etwa gleicher Körpergröße kommt gemeinsam mit Ameisen vor, deren Gestalt sie täuschend nachahmt.

Familie
Krabbenspinnen

Zu einer weiteren Unterordnung werden zur Zeit noch all diejenigen Spinnen gestellt, welche die eingangs erwähnte besondere Fangwolke herstellen: die CRIBELLATEN (Cribellata). Als Beispiel soll hier *Eresus cinnaberinus* (♀ KL bis 16 mm; Abb. S. 410 u. 415) genannt werden. In Mitteleuropa leben die schwärzlichen Weibchen an klimatisch begünstigten Stellen in Erdröhren. Die umherschweifenden kleineren Männchen fallen durch ihre ungemein prächtige Färbung auf; bei Gefahr führen sie mit dem Hinterleib wippende Drohbewegungen aus. Manche Cribellaten bauen Radnetze. *Hyptiotes* (♀ KL 5 mm) stellt allerdings nur den Ausschnitt eines solchen Netzes her; wie dieser Ausschnitt festgehalten wird, zeigt die Abbildung auf Seite 415. Fliegt



Cryptocellus simonis.
Männchen mit Kopulationsorganen (1) am dritten Laufbein.

ein Beutetier ins Netz, so läßt *Hyptiotes* los: Die Falle fällt über dem Opfer zusammen.

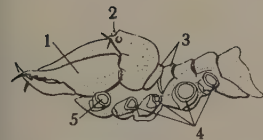
Die tropischen, nur selten gefundenen KAPUZENSPINNEN (Ordnung Ricinulei; KL bis 1 cm) verdanken ihren Namen einer Erweiterung am Vorderrand der Rückenplatte ihres Vorderkörpers. Hier ist eine nach vorn-unten herabgeklappte Platte abgegliedert, so daß die Mundwerkzeuge (Cheliceren) verdeckt sind. Auch in anderer Hinsicht sind die ungemein stark gepanzerten Tiere stark abgewandelt und lassen sich somit an keine der anderen Ordnungen anschließen. Die vielleicht bekannteste Gattung, *Cryptocellus*, deren Name auf die Augenlosigkeit der Tiere hinweist, lebt im tropischen Amerika. Insgesamt enthält die Ordnung etwa fünfzehn Arten.

Manchmal werden die AFTERSKORPIONE (Ordnung Pseudoscorpiones oder Chelonethi) mit Skorpionen verwechselt; doch diese Ähnlichkeit ist nur ganz oberflächlich. Im Grunde beruht sie lediglich darauf, daß das zweite Gliedmaßenpaar (Pedipalpen) gleichfalls am Ende eine Schere zeigt. Im übrigen bestehen mehr Unterschiede als Gemeinsamkeiten zwischen Afterskorpionen und Skorpionen.

Bei diesen kleinen flachgedrückten Tieren (KL bis 7 mm, meist 2–4 mm) sitzt dem Vorderkörper mit seiner einheitlichen Rückenplatte ein deutlich gegliederter, längsovaler Hinterkörper an; er ist hinten zugerundet, also ohne »Schwanz« und Giftstachel (Abb. S. 417). Drittes und viertes Gliedmaßenpaar als normale Laufbeine entwickelt. Atmungsorgane stark abgeleitet, zu Tracheen (s. S. 507) umgestaltet; paarige Öffnungen (Stigmen) jeweils am Hinterrand der dritten und vierten Bauchplatte des Hinterkörpers. Augen schwach entwickelt oder ganz fehlend, im Gegensatz zu Sinnesorganen, die auf mechanische Reize ansprechen (einfache Sinneshaare, Becherhaare).

Auch die Afterskorpione sind – ihrem Körperbau entsprechend – vielfach Spaltenbewohner. Man findet sie in allen Klimazonen, zumeist unter loser Baumrinde und Steinen, im Moder der Waldböden, in den Nestern der Kleinsäuger, in Bienenstöcken, ja sogar in der Gezeitenzone des Küstenbereichs. Einige Arten werden gelegentlich in Wohnungen angetroffen, zum Beispiel der bekannte BÜCHERSKORPION (*Chelifer cancroides*; Abb. S. 416), ein harmloses Tier, das zwischen alten Büchern und an ähnlichen Orten lebt, wo es Staubläusen und anderem Kleingetier nachstellt. Auch *Lamprochernes nodosus* gelangt häufiger in menschliche Behausungen: Geschlechtsreife Weibchen klammern sich an den Beinen von Fliegen fest, die sie keineswegs verzehren, sondern gleichsam als »Hubschrauber« benutzen. Damit sichern sie ihre Ausbreitung und die ihrer Brut. Die Begattung erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Skorpionen; denn das Männchen setzt auch hier ein gestieltes Samenpaket ab, das vom Weibchen aufgenommen wird. Dieser eigentlichen Samenübertragung geht ein bei den einzelnen Gruppen recht unterschiedliches Paarungsritual voraus: Teils faßt das Männchen seine Partnerin mit den Scheren, so daß es aussieht, als »tanzten« die Tiere; in anderen Fällen stehen sich die Partner lediglich gegenüber, und das Männchen leitet das Weibchen nur noch indirekt durch bestimmte Verhaltensweisen. Man kennt bisher rund 1300 Arten, die sich auf drei Unterordnungen, eine Reihe von Familien und zahlreiche Gattungen verteilen.

Der Bücherskorpion



Vorderkörper von *Galeodes graecus*. (Seitenansicht; s. S. 424). 1 Cheliceren, 2 Auge, 3 freie Rückenplatten des Vorderkörpers, 4 Ansatzstellen der Laufbeine, 5 Ansatzstelle des Pedipalpus.

Innerhalb der Spinnentiere nehmen die WALZENSPINNEN (Ordnung Solifuga, KL bis 7 cm) eine merkwürdige Stellung ein, denn sie zeigen neben einigen Spezialisierungen ausgesprochen ursprüngliche Züge. Vorderkörper nicht von einer einheitlichen Rückenplatte bedeckt, diese nur im Bereich der ersten bis vierten Gliedmaßenpaare ausgebildet (Proterosoma); die beiden letzten Segmente des Vorderkörpers mit gesonderten, eigenen Rückenplatten (entsprechend den beiden hinteren Beinpaaren). Hinterkörper länglich-walzig, hinten zugerundet, mit freien Segmenten. Cheliceren zweigliedrig, als mächtig entwickelte Scheren mit grob bezahnten Schneiden ausgebildet (Abb. S. 416). Pedipalpen laufbeinartig, ohne Krallen. Drittes bis sechstes Gliedmaßenpaar (erstes bis viertes Beinpaar) normal entwickelt, mit großen, paarigen Endkrallen. Atmung über ein hochausgebildetes Tracheensystem; keine »Buchlungen«. Körper und vor allem Gliedmaßen mit einer Fülle langer Tastaare versehen, von denen – wie Kaestner bemerkt – »das ganze Tier förmlich starrt«. Ein Paar großer Mittelaugen vorhanden, Seitenaugen dagegen nur noch in Spuren angedeutet.

Walzenspinnen leben in den Wüsten- und Steppengebieten wärmerer Länder aller Erdteile, mit Ausnahme des australischen Raumes, in dem sie merkwürdigerweise völlig fehlen. Auch in Europa kommen sie mit der in Spanien beheimateten Gattung *Gluvia* (zwei Arten) vor. Teils jagen die Walzenspinnen tagsüber nach Beute (Tag-Solifugen); die Mehrzahl der Formen ist jedoch nachts rege (Nacht-Solifugen). Vor allem die Weibchen haben stets großen Appetit und fangen die verschiedensten Gliederfüßer, zum Beispiel größere Heuschrecken, Käfer, Spinnen, vor allem Termiten, im Extremfall aber auch kleinere Eidechsen. Die gewaltigen Mundwerkzeuge zerschneiden, quetschen und zerkauen das Opfer schließlich zu einem formlosen Klumpen. Als ausgesprochen wehrhafte Tiere vermögen sie auch den Menschen heftig zu beißen; dabei geben sie aber kein Gift ab.

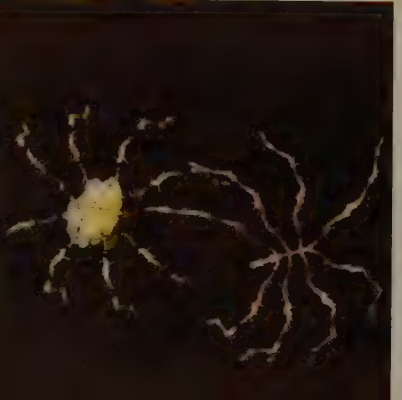
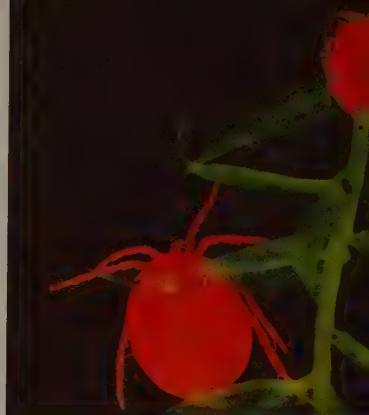
Überaus merkwürdig ist die erst bei wenigen Arten untersuchte Begattung. Nach den Beobachtungen des russischen Zoologen Birula fällt das Männchen von *Galeodes caspius* bei einer Begattung das Weibchen regelrecht an, erfaßt und umklammert es. Auf diesen »Griff« des Männchens hin verfällt das Weibchen in Bewegungslosigkeit. Ohne Widerstand zu leisten, läßt es sich von dem Männchen an eine ihm geeignet erscheinende Stelle forttragen und dort auf den Rücken drehen. Jetzt weitet das Männchen mittels der Mundwerkzeuge die Geschlechtsöffnung der Partnerin; dann setzt es einen Tropfen Samenflüssigkeit ab, der sofort mit den Cheliceren ergriffen und in die weibliche Geschlechtsöffnung regelrecht hineingestopft wird. Ihre noch klaffenden Ränder schließt das Männchen dann durch Zusammenknäuen. Unmittelbar danach eilt es davon; denn das Weibchen »erwacht« innerhalb von Sekunden aus der bisherigen Starre. Es würde seinen Geschlechtspartner jetzt nur noch als ein Beuteobjekt betrachten. Die spätere Eiablage erfolgt in natürlichen oder selbstgegrabenen Bodenhöhlen (Abb. S. 423).

Die Systematik der Walzenspinnen ist überaus schwierig und in weiten Bereichen noch völlig ungeklärt. Dies gilt in besonderem Maße für die Unterscheidung der Gattungen und die wechselseitige Abgrenzung von Arten. Etwa 840 »Arten« wurden bisher beschrieben. Hier kann nur auf zwei

Oben:
Eine tropische Vogelspinne (s. S. 420) der Gattung *Lasiodora* zeigt wie manche andere Gattungen auf dem im übrigen dichtbehaarten Hinterkörper eine ausgesprochene »Glatze«. Die Spinne streicht beim Nähern eines Feindes schnell mit den Hinterbeinen über den Rücken und streift dabei die Haare ab. An der Haut, vor allem den Schleimhäuten, des Gegners verursachen sie stundenlanges brennendes Jucken.

Unten:
»Gesicht« der apulischen Tarantel (*Lycosa tarentula*). Ihr Biß ist entgegen dem Volksglauben für den Menschen vollkommen harmlos.





Links (von oben nach unten):
 Weberknecht (*Phalangida*; s. S. 427) macht sich über einen toten Käfer her.
 Milbenlarven benützen einen Weberknecht als Transportmittel.
 Massenvorkommen von Spinnmilben (*Tetranychidae*; s. S. 430).
 Asselspinnen scheinen fast nur aus Beinen zu bestehen; daher die wissenschaftliche Bezeichnung *Pantopoda* (s. S. 432).
 Links im Bild ein Männchen von *Endeis panciporosa* mit Eiballen.

Mitte oben:
 Die Samtmilbe (*Trombidium holosericeum*; s. S. 430) lebt in den oberen Bodenschichten und ernährt sich überwiegend von Insekteneiern.

Rechts oben:
 Süßwassermilbe mit Eigelege.

Links Mitte:
 Zecke im dichten Stachelkleid eines Igels.

Mitte unten:
Pycnogonum littorale (s. S. 433 u. Abb. S. 437) von der Nord- und Ostsee.

Rechts unten:
 Die Buntzecke *Aponomma gervaisi*, aus der indo-australischen Region, befällt vorwiegend Schildkröten.

besonders wichtige Familien hingewiesen werden. Die vor allem in Nordafrika und Vorderasien verbreiteten langbeinigen *SOLPUGIDEN* (*Solpugidae* mit der Hauptgattung *Solpuga*; vgl. Abb. S. 416) sind überwiegend hell-hornbraun gefärbt. Die *RHAGODIDEN* (Familie *Rhagodidae*; wichtigste Gattung *Rhagodes*) bewohnen ungefähr das gleiche Gebiet. Sie sind viel kurzbeiniger; die beiden hinteren Beinpaare zeigen besondere Einrichtungen zum Scharren, und die vorderen Abschnitte des auffällig walzigen Körpers sind meist auffallend dunkler gefärbt.

Unter den WEBERKNECHTEN oder KANKERN (Ordnung *Phalangida*) fallen dem Naturfreund vor allem die langbeinigen Gestalten auf (Abb. S. 400), die im Spätsommer und Herbst allenthalben auf Kräutern und Gesträuch, auf Feldwegen und an Mauern häufig zu finden sind. Offenbar unter Anspielung auf ihre außergewöhnlich dünnen Beine werden diese Tiere im Volksmund vielfach auch als »Schneider« bezeichnet. Die etwa 3200 Arten umfassende Gruppe enthält aber auch noch ganz andere, mehr oder weniger verborgen lebende Formen (Abb. S. 400), die meist nur dem Fachmann bekannt sind.

Vorder- und Hinterkörper der Weberknechte sind ohne jede Einschnürung aneinandergefügt. KL bis 22 mm. Vorderkörper mit einheitlicher Rückenplatte, die — von seltenen Ausnahmen abgesehen — in der Mitte einen auffälligen Augenhügel mit zwei Augen trägt. Hinterkörper entspricht hingegen der allgemeinen Gliederung mit zumeist deutlichen Rücken- und Bauchplatten. Mundwerkzeuge dreigliedrig: Die auf das Grundglied folgenden beiden Endglieder bilden eine nach unten gerichtete Schere. Pedipalpen fast aller europäischen Vertreter einem kurzen Bein ähnlich, bestimmte Höhlenformen und viele tropische Gruppen hier jedoch mit starker Bedornung. Erste bis vierte Laufbeinpaare (dritte bis sechste Gliedmaßen) teils von normaler Länge (ursprünglicher Zustand), oft aber geradezu außerordentlich verlängert, »spinnendünn«; Fußglieder (Tarsen) in diesem Falle in zahllose Unterabschnitte aufgeteilt, wodurch ein Umgreifen zum Beispiel von Halmen oder Stengeln ermöglicht wird.

Die Weberknechte verfügen über Stinkdrüsen, deren Öffnungen jederseits an den Vorderecken der Rückenplatte des Vorderkörpers zu erkennen sind. Bei vielen langbeinigen Formen ist eine Art »Selbstverstümmelung« weit verbreitet: Faßt ein Feind (etwa ein Vogel) einen Weberknecht an einem seiner Beine an, so wirft das Tier dieses Bein infolge eines besonderen Mechanismus sofort ab. Während der Weberknecht die Möglichkeit des Entkommens hat, bleibt das »geopferte« Bein zurück; es zuckt sogar noch eine Weile und lenkt so die Aufmerksamkeit des Feindes auf sich.

Alle Kanker leben von tierlicher Nahrung. Nackt- oder Gehäuseschnecken sind die bevorzugte Kost mancher Formen (zum Beispiel *Trogulus*, *Ischyropsalis*); andere Vertreter fangen Milben, Ur-Insekten oder sonstige kleinere Kerfe. Von den mitteleuropäischen Angehörigen der Gattung *Phalangium* ist bekannt, daß sie außerdem auf dem Boden herumliegendes Obst (Falläpfel, Pflaumen) verzehren. Stets fassen die Weberknechte die Nahrung mit den Mundwerkzeugen und zerzupfen sie.

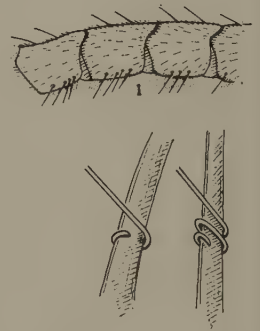
Die Paarung erfolgt auf ganz andere Weise als bei den bisher besproche-

nen Gruppen der Spinnentiere. Anstelle der indirekten Samenübertragung finden wir eine regelrechte Begattung. Meist stehen hierbei die Geschlechtspartner einander Stirn an Stirn gegenüber. Infolgedessen bleiben die jeweils auf der Bauchseite gelegenen beiderseitigen Geschlechtsöffnungen verhältnismäßig weit voneinander entfernt; eine unmittelbare Berührung ist nicht möglich. So ist es verständlich, wenn sich der Ausführungsgang der männlichen Keimdrüsen in einen langgestreckten Penis fortsetzt, das männliche Tier vermag ihn bis zur Geschlechtsöffnung des Weibchens hin vorzuschieben. Der Eiablage dient eine schlauchförmige Legeröhre. Hiermit legen zum Beispiel die Weibchen der *Phalangium*-Arten ihre Eier in Hohlräume des Erdreichs ab; andere Vertreter benutzen leere Schneckenschalen oder befestigten regelrechte Gelege an der Unterseite von Steinen.

Zwei der drei Unterordnungen sind in Mitteleuropa kaum vertreten. Dies gilt für die vergleichsweise kleinen, milbenartigen CYPHOPHTHALMEN (Cyphophthalmi; KL bis 2 mm) mit etwa fünfundzwanzig Arten. Es sind blinde, hornbraune Tiere, deren nächste Verbreitungsgebiete sich bis Südfrankreich, Korsika und den Balkan, nördlich bis zur Steiermark und den polnischen Karpaten erstrecken. Die überwiegend tropischen LANIATOREN (Unterordnung Laniatores) mit etwa tausendfünfhundert Arten enthalten ungemein seltsame Gestalten. Durchweg sind die nicht gerade zahlreichen europäischen Vertreter Kleinformen, die – von seltenen Ausnahmen abgesehen – nur in Höhlen der jungen Faltengebirge (Pyrenäen, Alpen usw.) gefunden worden sind.

Eine um so größere Bedeutung hat in der gemäßigten Zone die Unterordnung der WEBERKNECHTE i. e. S. (Palpatores) mit etwa tausend Arten. Die vielleicht häufigste Art Mitteleuropas ist der GEMEINE WEBERKNECHT (*Phalangium opilio*; KL 3,5–7 mm), den man im Herbst vor allem auf Feldwegen antrifft. Das Männchen (Abb. S. 400) läßt sich an den kegelförmig nach oben gerichteten Fortsätzen seiner Mundwerkzeuge leicht erkennen. Im Moder oder unter Steinen verborgen, leben dagegen die BRETTKANKER (Gattung *Trogulus*; KL bis 22 mm, bei mitteleuropäischen Vertretern aber nur bis 10 mm; Abb. S. 400). Sie sind Nachttiere, die kleineren Schnecken nachstellen. In Feuchtluft-Lebensräumen, zum Beispiel unter gefallenem Bäumen unberührter Wälder, findet man die nur selten vorkommenden, stark gepanzerten SCHNECKENKANKER (Gattung *Ischyropsalis*; KL 5–7,5 mm; Abb. S. 400). Manche Arten vermögen mit Hilfe ihrer groben, kräftigen Cheliceren sogar Schneckenschalen aufzubrechen und das sich zurückziehende Tier in Fetzen herauszureißen.

Mit rund zehntausend Arten gehören die MILBEN (Ordnung Acari oder Acarina; KL 0,1–fast 30 mm, letzteres bei vollgesogenen Zecken) zu den formenreichsten Gruppen der Spinnentiere. Die bei ihnen verwirklichte Vielfalt der Lebensweise und damit zwangsläufig auch der Gestalt wird von keiner anderen Ordnung der Spinnentiere auch nur annähernd erreicht. Allein die Milben haben in ihrer stammesgeschichtlichen Entfaltung echte Schmarotzer sowohl auf Pflanzen als auch auf Tieren hervorgebracht – und dies gleich mehrmals in verschiedenen Entwicklungslinien. Wiederholt haben die Milben die für alle anderen Spinnentiere so kennzeichnende räuberische Lebens-



Leiobunum rotundum.
Mittlere Glieder des Tarsus (oben). 1 rumpfwärts gelegener (proximaler) Tarsusabschnitt. Der vielgliedrige Tarsus schlingt sich wie der Wickelschwanz eines Affen um einen Grashalm (unten).

Ordnung
Milben

weise aufgegeben: Viele nähren sich von toten Tieren, von Pflanzen oder vermodernden Stoffen; die Mehlmilbe (Abb. S. 437) vermag sogar höchst wasserarme pflanzliche Kost aufzunehmen.

Die Körpergliederung der Milben ist von der anderer Spinnentiere grundsätzlich verschieden: Drei Abschnitte folgen aufeinander. Vorderster (Gnathosoma) aus den Hüften der Pedipalpen gebildet, die mit einer oberen und einer unteren Platte zu einem einheitlichen Gebilde verschmolzen sind. Zweiter Abschnitt (Propodosoma) einheitlich, trägt das Gnathosoma (mit Cheliceren und Pedipalpen) und das erste und zweite Beinpaar. Hieran schließt sich in voller Breite ein hinterer Körperabschnitt (Hysterosoma) an; er wird gebildet aus denjenigen Körperringen (Segmenten), denen das dritte bis vierte Beinpaar zugehören, und dem damit völlig verschmolzenen eigentlichen Hinterkörper; dieser stark verkürzt, sackförmig, fast immer ungliedert. Grenze zwischen mittlerem und hinterem Körperabschnitt vielfach deutlich (Abb. S. 437). Gestalt, Ausformung der Gliedmaßen usw. bei den einzelnen Gruppen derart verschieden, daß auf die nachstehenden Beispiele verwiesen werden muß. Hierbei können nur einige Unterordnungen erwähnt und wenige wichtige Arten stichprobenhaft aufgeführt werden.

Fortpflanzungsverhalten

Wie bei den Echten Spinnen, so gibt es auch bei den Milben eine geradezu erdrückend wirkende Vielfalt des Fortpflanzungsverhaltens. Bei einigen Wassermilben hält das Männchen die Partnerin bei der Begattung nicht nur mit Klammerhaken fest, sondern kittet es auch regelrecht an sich. Einige Milbenmännchen besitzen ein Geschlechtsorgan, andere übertragen den Samen nach Art der Webespinnen mit Hilfe der Kiefertaster, wieder andere benutzen dazu nach Art vieler Krebse ein Beinpaar. Der Rest macht es sich besonders einfach: Diese Tiere setzen Samenpakete in der Nähe der Weibchen ab, die von diesen »gefunden« und in die Geschlechtsöffnung eingeführt werden.

Die Männchen der Holzböcke (s. S. 431) nähern sich den an einem Warmblüter festgesogenen Weibchen und kriechen unter deren Leib; sodann wird der Rüssel in die weibliche Geschlechtsöffnung eingeführt, um sie zu erweitern. Nun dreht sich das Männchen um, setzt ein Samenpäckchen ab und muß dieses Päckchen mit Rüssel und Tastern in die erweiterte Geschlechtsöffnung schieben, denn es besitzt keinen Begattungsapparat. Nach menschlichen Begriffen noch sonderbarer verhält sich die Mottenmilbe *Pyemotes herfsi*: »Männliche Mottenmilben betätigen sich als »Geburtshelfer«, um die frisch geborenen Weibchen unmittelbar nach ihrem Erscheinen auf der Lebensbühne zu begatten«, wie Wendt schildert. »Dieses Verhalten ist durchaus sinnvoll. Weibliche Mottenmilben schmarotzen auf Raupen von Kleinschmetterlingen. Sie gebären, wie viele schmarotzende Spinnentiere und Insekten, lebende vollentwickelte Junge, die ihr Larven- und Puppenstadium bereits im mütterlichen Körper durchlaufen haben. Werden Männchen geboren, so bleiben sie zu mehreren rund um die mütterliche Leibesöffnung sitzen, stechen den Mutterleib an, ernähren sich von seinen Säften und warten auf die Geburt der Schwestern.«

Das weitere vollzieht sich nach der Schilderung Kaestners wie folgt: »Er scheint in der Geburtsöffnung das Vorderende eines Jungweibchens, so

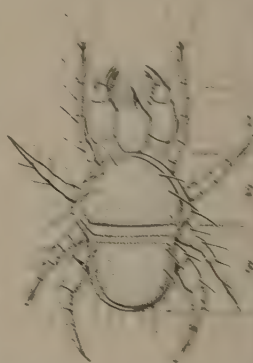
dreht sich eines der Männchen um, packt die Schwester mit seinen zangenförmigen Hinterbeinen und stemmt und hebelt sie, indem er rasch zugreift, wieder losläßt und ihren Leib weiter hinten umfaßt, aus der Geburtsöffnung heraus. Solche Geburtshilfe wird nur weiblichen Geschwistern gewährt; doch sie ist keineswegs erforderlich; das beweist die Tatsache, daß die Erstgeborenen vielfach Weibchen sind. Das herausgezogene Jungweibchen wird vom Männchen nicht losgelassen, sondern sofort begattet.«

Zur Unterordnung der LAUFMILBEN (Trombidiformes) gehört die allgemein bekannte »Rote Spinne«, unter dieser oberflächlichen Sammelbezeichnung werden mehrere Spinnmilbenarten der TETRANYCHIDEN (Familie Tetranychidae) aus einigen Gattungen zusammengefaßt (KL 0,26–0,5 mm). Die Tiere leben schmarotzend und oft in größeren Kolonien an Pflanzen, die sie vielfach mit einem mehr oder weniger dichten Gespinnst überziehen. Hier sei die OBSTBAUM-SPINNMILBE (*Panonychus ulmi*; KL 0,26–0,47 mm; Abb. S. 437) als Beispiel genannt, die vor allem an Obstbäumen durch Anstechen und Aussaugen der Blattzellen großen Schaden anrichten kann. Derselben Unterordnung gehören die LAUFMILBEN I. E. S. (Familie Trombididae) an, von denen die SAMMETMILBE (*Trombidium holosericum*; KL bis 4 mm; Abb. S. 426) besonders bekannt ist. Die leuchtend scharlachrot gefärbten Tiere werden im Frühjahr von den ersten Sonnenstrahlen aus dem Boden gelockt und laufen auf der Erdoberfläche herum. Mit der Sammetmilbe sollte man die gleichfalls rotgefärbte ERNTEMILBE (*Trombicula autumnalis*; KL etwa 2 mm; Abb. S. 437) nicht verwechseln; sie lebt im Boden. Die im Hoch- und Spätsommer unter Umständen in Massen auftretenden Jungtiere sind Larven mit nur sechs Beinen; im Gegensatz zu den Erwachsenen halten sie sich an nicht zu trockenen Stellen oberflächlich auf Erde und Gras auf. Vor allem befallen sie Säugetiere, auch den Menschen, wo sie sich an dünnen Hautstellen festsaugen und meistens eine recht unangenehme Hautreizung verursachen.

Verschiedene Teilgruppen der Laufmilben haben sich dem Leben im Wasser angepaßt. Das gilt sowohl für die MEERESWASSERMILBEN (Familie Halacaridae) als auch für die über 2400 Arten von Süßwassermilben. Die letzteren bilden keine stammesgeschichtliche Einheit und werden hier nur wegen ihrer ähnlichen Lebensweise zusammengefaßt. Oft sind diese Tiere prächtig gefärbt und gezeichnet, so zum Beispiel die DICKBEINIGE WASSERMILBE (*Unionicola crassipes*; KL 1–2 mm; Abb. S. 437). Die Beine dieser grünlichen, räuberisch lebenden Milben tragen — wie auch die vieler anderer Wassermilben — auffällige Schwimmhaare.

Eine weitere Unterordnung, die der SARCOPTIFORMEN (Sarcoptiformes), enthält eine Reihe bemerkenswerter Schädlinge und Lästlinge; hierher gehören unter anderen die VORRATSMILBEN (Familie Acaridae). Die KÄSEMILBE (*Tyrophagus casei*; KL 0,45–0,7 mm; Abb. S. 437) lebt auf Käse, vermag sich aber auch von Räucherwaren (Schinken, Wurst usw.) zu ernähren. Bei der MEHLMILBE (*Acarus siro*; KL 0,4–0,6 mm; Abb. S. 437) läßt sich das Männchen an seinem ersten Beinpaar erkennen, das am Grunde verdickt ist. Sie kann in Getreidespeichern, Mühlen, aber auch in Speisekammern in unvorstellbar großer Stückzahl auftreten und vermehrt sich unter günstigen

Unterordnung Laufmilben



Cheyletus eruditus (Rückenseitel). 1 Gnathosoma mit Cheliceren und den dicken Pedipalpen des 13-gers. 2 Propodosoma mit Laufbeinpaaren I und II. 3 Hysterosoma mit Laufbeinpaaren III und IV.

Verhältnissen sehr schnell. Beim Absinken der Luftfeuchtigkeit unter dreizehn vom Hundert oder bei anderen schlechten Lebensbedingungen treten Dauerformen auf, die etwa zwei Jahre zu überstehen vermögen. Demgegenüber wird die HAUS- oder POLSTERMILBE (*Glyciphagus domesticus*; KL 0,3–0,75 mm; Abb. S. 437) besser nur als »Lästling« bezeichnet, einige weitere Arten führen eine annähernd gleiche Lebensweise. Die Tiere entwickeln sich in feuchten Häusern, vor allem in Neubauten, die noch nicht hinlänglich »trockengewohnt« sind. Als Nahrungsgrundlage dienen teils Vorräte, auch Tapetenkleister und Polstermittel, so Matratzenfüllungen. Einem dichten, kribbelnden Staub vergleichbar überziehen diese Hausmilben Tische, Teller, Vorräte oder andere Flächen; ihr Massenaufreten wirkt begreiflicherweise abstoßend. Die beste Bekämpfung ist eine möglichst schnelle Austrocknung der betroffenen Räume durch kräftiges Heizen.

Die Krätzmilbe des Menschen

Diesem Verwandtschaftsbereich fügen sich auch die SARCOPTIDEN (Familie Sarcoptidae) ein. Die rundlichen Tiere leben schmarotzend in der Haut warmblütiger Wirbeltiere. Befallen sie haarlose Stellen, so entsteht das als Krätze (Skabies) bezeichnete Krankheitsbild; die entsprechende Erscheinung an behaarten Stellen wird dagegen Räude genannt. Die KRÄTZMILBE DES MENSCHEN (*Sarcoptes scabiei*; KL 0,18–0,4 mm; Abb. S. 437) dringt zunächst senkrecht in die Haut ein und bohrt sodann – parallel zur Oberfläche – tunnelartige Gänge in der äußersten lebenden Gewebsschicht. Das verursacht eine stark juckende Hauterkrankung mit Knötchen und Krustenbildung; an den befallenen Stellen, vor allem an Fingern, Hautfalten zwischen den Fingern, Beugeseiten der Handgelenke, vorderen Achselfalten, aber auch an anderen zarten Hautbereichen, entstehen Pusteln.

Unterordnung Schmarotzermilben

Als bekannteste Vertreter der formenreichen SCHMAROTZERMILBEN (Unterordnung Parasitiformes) dürfen die ZECKEN (Familie Ixodidae) gelten, die vielfach eine für Milben ganz ungewöhnliche Körpergröße erreichen. Alle Zecken saugen an Kriechtieren und Warmblütern Blut. Ihre Mundgliedmaßen sind als Bohrwerkzeuge und Festhalteorgane ausgebildet. Oft lassen sich die Zecken erst nach Tagen abfallen, wenn sie vollgesogen sind. Insbesondere in warmen Ländern können Zecken beim Anstechen der Wirte überaus gefährliche Krankheiten auf den Menschen, auf Schafe, Rinder und weitere Haustiere übertragen. Die bekannteste mitteleuropäische Zecke ist der im übrigen weltweit verbreitete HOLZBOCK (*Ixodes ricinus*; KL beim vollgesogenen ♀ bis gegen 11 mm; Abb. S. 437). Er tritt vor allem in hinlänglich feuchtem Gebüsch unserer Wälder auf. Nur die Weibchen befallen im erwachsenen Zustand die verschiedensten Wild- und Haustiere, auch Hunde, und ebenso den Menschen; erwachsene Männchen nehmen demgegenüber keine Nahrung mehr auf. Die befallenen Hautstellen ähneln kräftig juckenden Insektenstichen.

Zur Gruppe der LEDERZECKEN (Familie Argasidae) gehört die TAUBENZECKE (*Argas reflexus*; KL bis 4 mm; Abb. S. 437), die – ihrer deutschen Bezeichnung entsprechend – vor allem in Taubenschlägen in großer Zahl auftreten kann. Nur gelegentlich befallen stark ausgehungerte Tiere auch den Menschen; sie übertragen das menschliche Blut jedoch so schlecht, daß sie nach seinem Genuß in spätestens neun Tagen absterben. Ein stärkerer Be-

fall des Menschen bewirkt bei ihm schlecht heilende Hautentzündungen und auch allgemeine Krankheitserscheinungen.

Die überaus seltsam gestalteten ASSELSPINNEN (Klasse Pantopoda) sind ausschließlich Meeresbewohner. Hier finden wir sie in den verschiedensten Lebensräumen, von der Küstenzone bis zur Tiefsee. Ihr äußeres Erscheinungsbild ist derart merkwürdig, daß man sie allein danach nicht für Spinnenverwandte halten würde; erst die genauere Betrachtung der Abfolge ihrer Gliedmaßen, insbesondere aber die Ausformung des ersten Gliedmaßenpaares zu kennzeichnenden »Zängelchen« (Cheliceren), läßt ihre wahre Verwandtschaftsbeziehung deutlich werden.

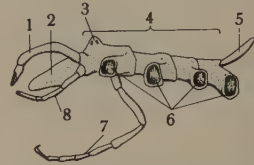
Vorderkörper (Prosoma) vorn mit auffälligem rüsselartigem Fortsatz, überaus schmal, oft geradezu stabförmig. Anzahl der Gliedmaßen unterschiedlich — eine einzigartige Erscheinung innerhalb der Gliederfüßer; manche Formen lediglich mit vier Laufbeinen (Abb. S. 437), andere mit insgesamt bis zu neun Gliedmaßenpaaren. Beine stets schlank, vielfach sogar außergewöhnlich verlängert und bemerkenswert dünn. Falls erstes bis drittes Gliedmaßenpaar vorhanden, ist das erste Gliedmaßenpaar eine kennzeichnende, aus drei bis vier Gliedern gebildete Chelicere; das zweite Gliedmaßenpaar tasterartig und deshalb als »Pedipalpus« bezeichnet. Das dritte Gliedmaßenpaar gleichfalls tasterartig; es dient beim ♂ als »Eierträger«. Viertes bis siebentes Gliedmaßenpaar stets vorhanden, entspricht den vier Laufbeinpaaren der Spinnentiere, als Laufbeine entwickelt; ihre Zahl kann vermehrt sein, so daß dann insgesamt sechs derartige Laufbeinpaare vorhanden sein können. Hinterkörper (Opisthosoma) rückgebildet, nur als stummelartiges Anhängsel erkennbar.

Der merkwürdigen äußeren Gestalt entsprechen ganz ungewöhnliche Lageverhältnisse der inneren Organe: Der winzige Hinterkörper bietet keinen nennenswerten Raum, aber auch der Vorderkörper weist wegen seiner mehr oder weniger stabförmigen Gestalt recht »beengte Verhältnisse« auf. So verwundert es nicht, wenn der Darm paarige Blindsäcke in die Gliedmaßen entsendet und auch die Keimdrüsen entsprechende Ausläufer erkennen lassen.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Asselspinnen sind — abgesehen von der Feststellung, daß sie zur Spinnenverwandtschaft im weitesten Sinne gehören — ungeklärt. Insbesondere steht eine abschließende Deutung ihrer Gliedmaßenverhältnisse noch aus. Der Vorderkörper aller anderen Spinnenverwandten trägt insgesamt sechs Gliedmaßen. Wenn Asselspinnen vielfach eine höhere Anzahl von Beinen aufweisen, so kann dies einmal darauf zurückzuführen sein, daß aus einer Anlage zwei Gliedmaßen hervorgegangen sind; andererseits ist aber auch nicht auszuschließen, daß hintere Gliedmaßen, also Laufbeine, aus Anlagen des Hinterkörpers entstanden sind. Neben Tastsinnesorganen tragen die Asselspinnen auf dem Vorderkörper meist einen Augenhöcker mit vier Linsenaugen.

Man kennt etwa fünfhundert Arten, von denen die größte (KL 60 mm) eine Spannweite von rund fünfzig Zentimeter erreicht; insgesamt werden sechs Familien unterschieden. Hier seien nur die UFER-ASSELSPINNEN (Familie Pycnogonidae) genannt. Die im Bereich der Nordseeküsten häufige

Klasse Asselspinnen



Seitenansicht von *Heteronymphon kempii*, einer Asselspinne. 1 Chelicere, 2 Rüssel, 3 Augenhügel, 4 Prosoma, 5 Opisthosoma, 6 Ansatzstellen der Laufbeine, 7 Eierträger, 8 Pedipalpus.

UFER-ASSELSPINNE (*Pycnogonum littorale*; KL bis 18 mm; Abb. S. 426 u. 437) hat im weiblichen Geschlecht überhaupt nur vier Beinpaare; beim ♂ sind zusätzlich Eierträger ausgebildet. Die Tiere saugen an Seerosen (Aktinien). Die RÜSSEL-ASSELSPINNE (*Colossendeis proboscidea*; KL bis 50 mm; Abb. S. 437), die zur Familie der TIEFSEE-ASSELSPINNEN (Colossendeidae) gehört, lebt in arktischen Meeren; das hier abgebildete Tier stammt von der Bäreninsel. Auch bei diesen Formen sind, wie bei den Ufer-Asselspinnen, die Mundwerkzeuge rückgebildet; die Pedipalpen und Eierträger sind dagegen deutlich zu erkennen. Besonders langbeinige Formen bewohnen die Tiefsee.

Sechzehntes Kapitel

Die Krebstiere

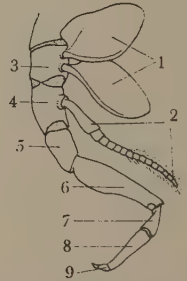
Die einzige Klasse des Gliederfüßer-Unterstammes der ZWEIANTENNENTIERE (Diantennata) sind die KREBSTIERE (Crustacea). Wie ihr Name besagt, besitzen sie zwei Antennenpaare, während im Unterstamm der Scherenfüßer oder Chelicerentiere (s. S. 403) das erste und im Unterstamm der Tracheentiere (s. S. 507) das zweite Antennenpaar fehlt. Weiterhin ist den Krebsen der Besitz von »Spaltfüßen« eigen; ihr Grundstamm trägt einen Innenast (Endopodit) und einen Außenast (Exopodit). Ursprünglich sind alle Gliedmaßen der Krebse mit Ausnahme der ersten Antennen solche Spaltfüße; viele Forscher sehen diese Antennen nicht als echte Gliedmaßen an, sondern als Abkömmlinge der Anhänge (Palpen) am Kopflappen der Ringelwürmer. Der Körper der Krebse läßt sich in Kopf, Brustabschnitt und Hinterleib unterscheiden. Zum Kopf zählen hinter den Antennen noch die Segmente der Oberkiefer, der ersten und der zweiten Unterkiefer (Maxillen); dazu können sich ihm noch ein oder zwei Brustringe mit »Kieferfüßen« anschließen. Spaltfüße, die der Fortbewegung dienen, trägt vor allem der Brustabschnitt und zuweilen auch der Hinterleib. Ein weiteres Merkmal der Krebse ist die bei ihnen weitverbreitete Junglarve mit nur drei Beinpaaren: den beiden Antennenpaaren und dem Oberkieferpaar (Naupliuslarve). Sie besteht daher lediglich aus einem Teil des Kopfes, die beiden Unterkieferpaare tragenden Ringe, der Brustabschnitt und der Hinterleib kommen erst im Verlauf der späteren Häutungen hinzu (Metanauplius und weitere Stadien).

Die Krebstiere sind eine schon aus dem frühen Erdaltertum bekannte und trotzdem auch heute noch höchst erfolgreiche Gruppe. Mit etwa fünfunddreißigtausend Arten zählen sie viermal soviel Arten wie die heutige Vogelwelt! Sie sind im Meer entstanden und blieben ihm in ihrer Mehrzahl treu, besiedeln aber auch in großer Zahl das Süßwasser und in geringerem selbst das Land.

Dank zahlreicher Fossilfunde ist die Geschichte einiger Gruppen der Krebse recht gut bekannt. Es sind dies die Muschelschaler (Conchostraca), Muschelkrebse (Ostracoda) und die Rankenfüßer (Cirripedia) unter den »niedereren« und die Zehnfüßkrebse (Decapoda) unter den »höheren« Krebsen.

Die fast ausschließlich im Süßwasser lebenden MUSCHELSCHALER (s. S. 442) kennt man seit dem älteren Erdaltertum (Altpaläozoikum). Besonders häufig

Unterstamm
Zweiantennentiere
von P. Rietschel



Spaltfuß eines Krebses:
1 Kiemenanhänge (Epipodite), 2 Außenast (Exopodit), 3 Hüftglied (Coxopodit), 4 Grundglied (Basipodit), 3 und 4 Stamm des Spaltfußes, 5 Ischiopodit, 6 Meropodit, 7 Carpopodit, 8 Propodit, 9 Fingerglied (Dactylopodit), 5 bis 7 Innenast (Endopodit).

Stammesgeschichte
der Krebstiere
von E. Thenius

sind ihre an Muschelschalen erinnernden Gehäuse in Süßwasserablagerungen der Karbonzeit; hierzu zählen die Gattungen *Leaia* und *Isaura*. Seit dem Erdaltertum hat sich das Gehäuse der Muschelschalen nicht verändert, so daß die heutigen Formen mit Recht als »lebende Fossilien« bezeichnet werden können.

Demgegenüber zeigen die MUSCHELKREBSE (s. S. 449), die gleichfalls einen zweiklappig ausgebildeten Rückenpanzer haben, eine außerordentliche Fülle von Arten und Formen und eine richtige Evolution, die vom Kambrium bis zur Jetztzeit reicht. Zum erstenmal sind sie im Kambrium durch die Gattung *Bradorina* belegt worden; mit den LEPERDITIEN (Leperditiida; Gattung *Leperditia*) erreichten sie im Altpaläozoikum und mit den BEYRICHIEN (Beyrichiida; Gattung *Beyrichia*) im Alt- und Jungpaläozoikum ihren stammesgeschichtlichen Höhepunkt. Sie waren damals in großer Artenzahl vertreten, hatten meist reich »ausgemeißelte« (skulptierte) Gehäuse und erreichten eine Länge bis fast sechs Zentimeter. Diese Muschelkrebse aus dem Erdaltertum galten bis vor wenigen Jahren als ausgestorben. Dann aber wurden aus Neuseeland und dem diese Doppelinsel umgebenden Südpazifik Formen aus der Tertiärzeit und der Erdgegenwart beschrieben (Gattung *Puncia*), die wohl als letzte Überlebende der Beyrichien des Erdaltertums anzusehen sind. Mit dem Beginn des Erdmittelalters übernehmen die »modernen« Ostracoden (Podocopida; s. S. 450) die Rolle der Leperditien und Beyrichien; sie sind nunmehr auch im Süßwasser häufig.

Von den RANKENFÜSSERN (s. S. 465) sind nur die beschalteten Formen in Versteinerungen überliefert. Einige leben als Schmarotzer; von ihnen sind nur die ACROTHORACICA und die ASCOTHORACICA in Form von Lebensspuren, also von Bohrspuren in Weichtier- oder Stachelhäuterschalen beziehungsweise von Kapseln (Zysten) in Oktokorallen (s. S. 178), fossil bekannt. Als geologisch ältester Angehöriger der Thoracica gilt *Cyprilepas* aus dem Silur — eine Form, von der sowohl die in mancher Hinsicht ursprünglicheren LEPADOMORPHEN als auch die spezialisierten BALANOMORPHEN abgeleitet werden. Viel früher als die stiellosen Rankenfüßer treten die gestielten Formen auf. Die Zuordnung der oben erwähnten Ascothoracica zu den Rankenfüßern ist noch nicht sicher; doch sie lassen sich mit den Acrothoracica und Thoracica auf gemeinsame Stammformen zurückführen.

Gegenwärtig sind die Höheren Krebse (s. S. 468) die artenreichste Unterklasse der Krebstiere. Auch von ihnen gibt es viele fossile Zeugnisse. Als ursprünglichste Höhere Krebse gelten die PHYLLOCARIDA, die gegenwärtig nur noch durch die LEPTOSTRACA (z. B. Gattung *Nebalia*) vertreten sind. Fossil kennen wir die HYMENOSTRACA mit der Gattung *Hymenocaris* aus dem Kambrium und Ordovizium sowie die CERATIOCARINA mit der Gattung *Ceratiocaris* vom Ordovizium bis vielleicht in die Permzeit hinein.

Unter den EUMALACOSTRACA finden sich neben urtümlichen Gruppen, die über lange Zeiten hinweg auftraten (z. B. SYNCARIDA mit der Gattung *Palaecaris* aus dem Karbon und Perm sowie den Gattungen *Anaspides* und *Bathynella* aus dem letzten Abschnitt der Erdgeschichte), auch hochspezialisierte Krebse, so die EUCARIDA mit den Krabben (*Brachyura*), die überhaupt erst ab dem Jura bekannt sind. Die zu den Eucarida zählenden ZEHNFUSSKREBSE (De-

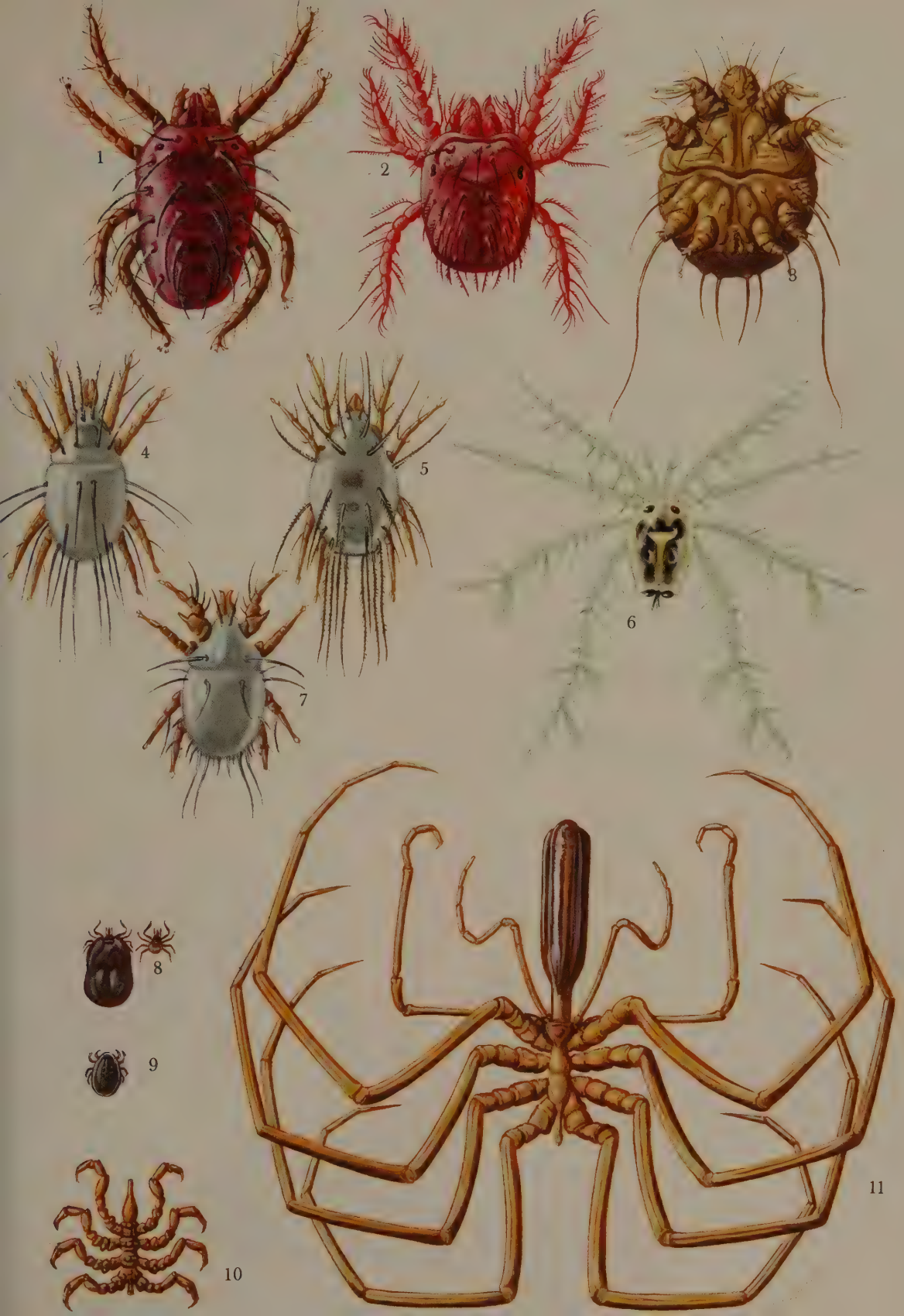
capoda; s. S. 486), die entwickeltsten und artenreichsten Formen dieser Gruppe, sind auf eine gemeinsame Stammform aus dem Perm zurückzuführen; ihre ältesten sicheren Fossilien (Gattungen *Pemphix* und *Aeger*) stammen aus der Trias. Gegenwärtig sind die KRABBen (Brachyura; s. S. 491) die artenreichste Gruppe der Krebstiere; sie treten zum erstenmal im Jura auf. Im Gegensatz zur Auffassung mancher Zoologen darf man annehmen, daß sie von PALINUREN aus der Triaszeit abzuleiten sind. Während Krabben zur Jurazeit noch selten waren (Gattungen *Eocarcinus*, *Pithonoton*), gehören sie in den Ablagerungen des Tertiärs zu den häufigsten Krebsfunden (z. B. die Gattungen *Dromia*, *Calappa*, *Ranina*, *Cancer*, *Portunus* und *Lobocarcinus*). Damit sind die Krabben die geologisch jüngste Krebsgruppe, die sich auch heute noch in voller Evolution befindet.

Schon frühzeitig faßte man diejenigen Krebse, die eine einheitliche Anzahl von Körperringen besitzen, als »Höhere Krebse« (Malakostraca; auf deutsch »Weichschaler«) zusammen — eine für diese oft hart gepanzerten Tiere zunächst unverständliche Bezeichnung. Aber bereits Aristoteles hatte sie im Gegensatz zu den hartschaligen Schnecken, Muscheln und Seeigeln so genannt. Alle übrigen Krebse, etwa die Hälfte der rund fünfunddreißigtausend Arten, deren Körperringe in der Zahl nicht so einheitlich sind, stellte man ihnen als »Niedere Krebse« (Entomostraka; auf deutsch »die mit der eingekerbten Schale«) gegenüber. Es zeigte sich jedoch bald, daß die Niederen Krebse im Gegensatz zu den Höheren Krebsen keine verwandtschaftliche Einheit darstellen; deshalb unterscheidet man heute neun Unterklassen von Niederen Krebsen, die man gleichwertig neben die zehnte Unterklasse der Höheren Krebse stellt.

Mit nur vier zur Zeit bekannten Arten (L bis 3 mm) hat sich die Unterklasse der CEPHALOCARIDEN (Cephalocarida) aus grauer Vorzeit in die heutigen Tage hinübergerettet. Ihr nächster Verwandter ist das Krebschen *Lepidocaris rhyniensis* (L 3 mm), das man aus Süßwasserablagerungen der Devonzeit kennt und dem man allein eine Unterklasse, die der LIPOSTRAKEN (Lipostraka), einräumte. Die heutigen Cephalocariden freilich bevölkern den Meeresboden in Küstennähe. Sie zeigen recht altertümliche Merkmale: Der Rumpf ist sehr gleichmäßig in neunzehn Ringe (Segmente) unterteilt, von denen die ersten sieben die für die Krebse bezeichnenden Spaltfüße tragen. Weitgehend rückgebildet sind die beiden folgenden Beinpaare, während die zehn hinteren Körperringe überhaupt keine Beine besitzen. Die Spaltfüße sind durch einen blattförmigen, nur durch den Blutdruck verfestigten Außenast (Exopodit) und einen gegliederten, drehrunden und mit Endkrallen bewehrten Innenast (Endopodit) ausgezeichnet. So vereinigen diese Beine Merkmale der Kiemenfüßer (s. S. 440) und Blattfüßer (s. S. 441) mit denen der übrigen Krebse. Selbst die hintersten Kopfgliedmaßen (die zweiten Maxillen) sind diesen Rumpfbeinen ähnlich. Dem Ei entschlüpft die für die Krebse bezeichnende Naupliuslarve. Wie die Erwachsenen lebt sie am Boden und schleudert hier mit Hilfe der Außenäste der zweiten Antennen und der Oberkiefer Nahrungsteilchen mundwärts. Mit den Innenladen (Enditen) derselben Gliedmaßen befördert sie die Nahrung unter die Oberlippe. Bei den

Die Niederen Krebse von P. Rietschel

- Milben (Ordnung Acari; s. S. 428):
1. *Panonychus ulmi* (s. S. 430)
 2. *Trombicula autumnalis* (s. S. 430)
 3. Krätzmilbe (*Sarcoptes scabiei*, s. S. 431)
 4. Käsemilbe (*Tyrophagus casei*, s. S. 430)
 5. Hausmilbe (*Glyciphagus domesticus*, s. S. 431)
 6. Muschelmilbe (*Unionicola crassipes*, s. S. 430)
 7. Mehlmilbe (*Acarus siro*, s. S. 430)
 8. Holzbock (*Ixodes ricinus*, links vollgesogen, s. S. 431)
 9. Taubenzecke (*Argas reflexus*, s. S. 431)
- Asselspinnen (Klasse Pantopoda; s. S. 432):
10. *Pycnogonum littorale* (s. S. 433 u. Abb. S. 426)
 11. *Collosendeis proboscida* (Bäreninsel, s. S. 433)





BAUPLAN EINES ZEHNFUSSKREBSES (FLUSSKREBS)

A Männlicher Krebs, rückensteig geöffnet: Gliedmaßen (1–19) nur linkssteig und hier abgetrennt dargestellt (Grundglieder und Innenast dunkel, Außenast heller getönt). Bei der Zählung von eins bis neunzehn ist die erste Antenne als Gliedmaße und im Text (s. S. 469) der Teil des Vorderkopfes, dem sie entspringt, als Segment mitgezählt. Die Gliedmaßen- und Segmentnatur dieser Teile ist noch umstritten (s. Band II, S. 28 unten); faßt man sie als Abkömmlinge der Fühler und des Kopfklappens der Ringelwurm-Vorfahren auf, so ergibt sich für die Gliedmaßen hier und für die Segmente auf Seite 469 die Zahl achtzehn. Die Reihe der Gliedmaßen: 1 erster Fühler (erste Antenne, Antennula), 2 zweiter Fühler (zweite Antenne, Antenna), Innenast mit langer Fühlergeißel, Außenast »Schuppe«, 3 Oberkiefer (Mandibel) mit Kaulade und Taster, 4 erster Unterkiefer (erste Maxille), 5 zweiter Unterkiefer (zweite Maxille) mit Atemplatte (Scaphognathit, Außenast), die durch ständige Schwingung das Atemwasser im Kiemenraum von hinten nach vorne treibt, 6–8 erster bis dritter Kieferfuß (Maxilliped), der zweite und dritte (7, 8) mit Kieme, alle mit Taster (Außenast), 9–13 die fünf Schreitfüße, die ersten drei mit Schere, die ersten vier mit Kieme, 14–19 die sechs Bauchfüße (Pleopoden), beim Männchen die ersten zwei (14, 15) zum Begattungsorgan umgeformt, beim Weibchen der erste Bauchfuß rückgebildet, die folgenden vier (15–18) mit langem Innen- und Außenast als Eiträger, der letzte (19) in beiden Geschlechtern zur Schwimmflosse (Uropod) verbreitert, bildet zusammen mit dem Telson den Schwanzfächer. – Abschnittbildung: Kopfvorderende (Protocephalon) mit Augen auf Stielen, beiden Fühlerpaaren (1, 2) und dem Ring der zweiten Fühler; Kieferbrust mit den Ringen der Kiefer (3–5), der Kieferfüße (6–8) und der Schreitfüße (9–13), Hinterleib mit den Ringen 14 bis 19 und dem Telson (Afterstück). – Innere Organe (von vorn nach hinten): in der Mitte der Kaumagen, seitlich von ihm die starken Schließmuskeln der Oberkiefer, daneben und dahinter die in viele Schläuche verästelte Mitteldarmdrüse; an ihrem Hinterende nach innen die paarigen Vorderklappen der Hoden (der unpaarige hintere Teil vom Herz verdeckt), dahinter die aufgeknäuelten Samenleiter, die am Grundglied des letzten Brustbeinpaars ausmünden; zwischen Hoden und Samenleitern

das Herz, auf seiner Oberfläche zwei Herzspalten (Ostien) zum Einströmen des außerhalb der Gefäße kreisenden Blutes, nach vorn und hinten vom Herzen ausgehend Arterien, die hintere längs über dem Enddarm, Seitenäste zu den Muskeln des Hinterleibes (Krebsschwanzes) abgebend. After unterseits (daher nicht sichtbar) auf dem Telson (Mittellappen des Schwanzfächers).

B Weiblicher Krebs: Kopf und Kieferbrust, von oben geöffnet, Magen, Mitteldarmdrüse und Herz entfernt. Im Ausschnitt ganz vorne das Gehirn (Oberschlundganglion), von ihm nach hinten die Speiseröhre umfassend die beiden Längsstränge zu den Kiefer-Nervenknoten (Unterschlundganglion), Speiseröhre im Querschnitt, beiderseits darüber als Ausscheidungsorgan die »Grüne Drüse« (Antennendrüse, mündet an der zweiten Antenne aus), dahinter wie in A die kräftigen Schließmuskeln der Oberkiefer. Anstelle der Hoden in A hier die vorne paarigen, dahinter unpaarigen Eierstöcke mit paarigen Eileitern, die am Grunde des dritten Schreitfußpaares ausmünden.

C Krebsschere aufgeschnitten, um den starken Schließ- und den schwächeren Öffnermuskel mit ihren Sehnen zu zeigen.

D Verdauungskanal von der Mundöffnung bis zum Anfang des Enddarmes, längs aufgeschnitten, von links: Vom Mund aufsteigende Speiseröhre, Magen links mit linsenförmiger Anschwellung der Seitenwandung unter ihr das »Krebsauge« (Magenstein, Gastrolith), ein Kalkvorrat für den neuen Panzer nach der Häutung; rechts davon die Magenzähne. Nur der kurze, gelbe Abschnitt rechts wird (wie die in ihn mündende Mitteldarmdrüse) vom inneren Keimblatt gebildet; Speiseröhre, Magen und Enddarm gehören dem äußeren Keimblatt an, besitzen ein chitinhaltiges Oberhäutchen und werden daher mit dem Außenskelett zusammen gehäutet.

Farbgebung weitgehend wie bei den übrigen Bauplanabbildungen, jedoch: Braun (wegen des chitinen Panzers) = Bildungen des äußeren Keimblattes (Ektoderm), die Außenäste der Gliedmaßen heller getönt.

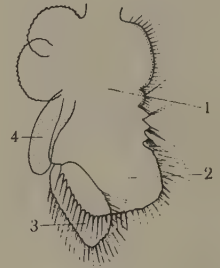
Häutungen legt sich die Larve weitere Körperringe zu, bis deren Zahl nach der zehnten Häutung vollständig ist; aber erst mit der achtzehnten Häutung erreicht der Krebs die volle Beinzahl und zugleich die Geschlechtsreife.

Eine ebenfalls recht altertümliche Unterklasse der Krebse bilden die KIEMENFÜßER (Anostraca; auf deutsch »die Schalenlosen«). Wie den Cephalocariden, aber im Gegensatz zu den meisten übrigen Krebsen, fehlt ihnen die vom hinteren Kopfabschnitt und vom vorderen Rumpfabschnitt gebildete »Schale« (Carapax). In Seitenansicht liegen daher alle Beine völlig frei. Auch bei den Kiemenfüßern ist der Rumpf in eine große Anzahl untereinander gleicher Ringe unterteilt, und die Beinpaare des Vorderrumpfes gleichen einander in hohem Maße. Ferner sind die neun oder zehn letzten Rumpfringe ebenfalls beinlos. Die Beine sind aber in allen ihren Teilen blattförmig und besitzen nur ein einziges Gelenk, das der Bewegung dient. Ihre Außenseite trägt je einen blattförmigen Kiemenanhang, während ihre einander zugekehrte Innenseite mit Borsten besetzt ist. In einer Mittellinie der Bauchseite treffen diese Borsten zusammen und bilden hier ein Filtergitter. Das Schwingen der Beine erzeugt in dieser »Gasse« einen mundwärts gerichteten Wasserstrom, der das durch die Filtergitter zurückgehaltene Geschweb mit sich führt. Zugleich sorgen die schwingenden Beine ständig für frisches Atemwasser. So erwecken die Blattfüße der Kiemenfüßer durchaus nicht den Eindruck der Ursprünglichkeit; sie sind vielmehr eine hochentwickelte Mehrzweckrichtung. Im Gegensatz zu den blinden Cephalocariden besitzen die Kiemenfüßer gut ausgebildete gestielte, zusammengesetzte Seitenaugen.

Die Kiemenfüßer schwimmen in Rückenlage im Wasser und zeigen dem Beobachter sehr eindrucklich die sich wellenartig fortpflanzenden Schwingungen ihrer Blattbeine. Dabei bieten sie einen höchst fremdartigen Anblick; zweifellos sind sie Überlebende der Vorzeit, die eigentlich nicht mehr so recht in die heutige Welt passen wollen. Durch die Knochenfische und die jagenden Insektenlarven unserer Zeit wären diese bedächtig einher schwimmenden und wehrlosen Tiere längst ausgerottet worden, hätten sie nicht dort eine Zuflucht gefunden, wo den »modernen« Jägern der Zutritt versagt ist. Das sind vor allem die schnell versiegenden Gewässer, die im Frühjahr durch die Schneeschmelze entstehen. Verständlicherweise ist die Lebenszeit der Kiemenfüßer hier nur kurz bemessen; denn der Boden saugt das Wasser wieder auf, sobald er frostfrei ist. Dem tragen die Tiere auf dreierlei Weise Rechnung: Ihre Eier halten in trockenem Schlamm jahrelang ohne Schaden aus; in nassem Schlamm entwickeln sie sich schon bei sehr niedriger Temperatur, außerdem benötigt diese Entwicklung bei höheren Wärmegraden eine sehr kurze Zeit. Wenn man die in Waldgräben langsam einherziehenden, prächtig orange- und türkisfarbenen FRÜHJAHRSKIEMENFÜßE (*Chirocephalus grubei*; L bis 28 mm) erleben will, muß man daher die Zeit genau abpassen und wird sie trotzdem in vielen Jahren vergebens suchen. Den SOMMERKIEMENFUSS (*Branchipus stagnalis*; L bis 23 mm; Abb. S. 451) trifft man in kurzfristigen Wasseransammlungen des offenen Geländes bis in den September hinein an.

In salzigen Binnenseen und in den Salzlaken der Salinen fand das SALZKREBSCHEN (*Artemia salina*; L bis 15 mm) eine ebenfalls vor jagenden Feinden sichere Zufluchtsstätte. Das ist um so erstaunlicher, als dieses Krebschen

Unterklasse Kiemenfüßer



Blattfuß eines Kiemenfüßers (*Chirocephalus*): 1 Stamm des Spaltfußes, 2 Innenast, 3 Außenast, 4 Kieme.

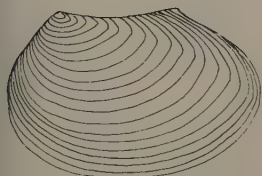
nicht von Meerestieren, sondern von Bewohnern des Süßwassers abstammt; seine im Süßwasser verbliebenen Verwandten sind gegen die Versalzung ihrer Wohngewässer sehr empfindlich. Die Haut des Salzkrebsschens ist für Salze undurchlässig; aber es nimmt unvermeidlich mit der Nahrung auch Salz auf, das ständig in den Darm und durch die Darmwand in das Blut gelangt. Durch die Anhänge der ersten zehn Beinpaare wird es aber immer wieder ausgeschieden und damit unschädlich gemacht. Kalisalze freilich bekommen dem Krebschen nicht.

Im Gegensatz zu den Kiemenfüßern sind die Salzkrebsschen dem Naturfreund leicht zugänglich: In Zierfischhandlungen erhält er ihre Eier für wenig Geld zu Tausenden; viele Fischfreunde ziehen aus ihnen das Lebendfutter für ihre Pfleglinge. Man setzt hierfür in einem Einmachglas eine drei- bis achtprozentige Kochsalzlösung an und fügt eine geringe Menge der Krebsseier zu. Nun kann man die Entwicklung von der schlüpfenden Metanaupliuslarve bis zur Reife und Fortpflanzung beobachten. Man füttert die Larven mit einer Aufschwemmung von Bäckerhefe und die Heranwachsenden und Erwachsenen mit fein zerriebenem Trockenfischfutter. Vielerlei läßt sich da beobachten: das Schlüpfen der Junglarven, die Zunahme ihrer Körperringe und Beine von Häutung zu Häutung, die Paarung der Erwachsenen, bei der das Männchen seine abenteuerlich gestalteten zweiten Antennen zum Festhalten am Weibchen gebraucht, die Filterarbeit der Beine und die Lageorientierung im Raum. Nicht die Schwerkraft bestimmt die Rückenlage beim Schwimmen, sondern das Licht (»negativer Lichtückenreflex«). Zudem ist das Salzkrebsschen das Paradeferd der Veränderlichkeit (Variabilität). Je nach dem Salzgehalt der Lösung, in der man es aufzieht, erhält man die verschiedensten Formen, die man einst als eigene Arten ansah. Ihre Merkmalsunterschiede sind jedoch nicht vererbbar. Die zur Zucht benutzten Eier müssen freilich von Fundorten der Alten Welt stammen; denn die amerikanischen Salzkrebse zeigen diese Veränderlichkeit nicht – sie werden vielfach als eigene Art (*Artemia gracilis*) angesehen.

Unterklasse Blattfußkrebse

Sehr viel weiter als in den genannten beiden Unterklassen reicht die Spanne von altertümlichen zu hochentwickelten Formen bei den BLATTFUSSKREBSSEN (Unterklasse Phyllopoda). Ihren Namen »Blattfußkrebse« haben sie erhalten, weil ihre Mehrheit die Nahrung mit Hilfe filternder Blattbeine erlangt; eine Minderzahl, die als Jäger lebt, besitzt vielgelenkige Stabbeine. Gegenüber den Angehörigen der vorgenannten Unterklassen umschließen die Filterer unter den Blattfußkrebsen ihren Filterapparat seitlich durch große Hautfalten des Hinterkopfes, die »Schale« (Carapax). Sie kann hier den ganzen Körper bedecken; bei den Jägern dagegen ist er zu einem rückenständigen Brutraum verkleinert.

Altertümliche Formen sind die RÜCKENSCHALER (Ordnung Notostraca); ihre mächtige Rückenschale wird aus Seitenfalten des Kopfes und dem umfangreichen Carapax gebildet. Mit der Zahl ihrer Körperringe und ihrer Beine übertreffen sie alle ihre Krebsverwandten: Die vierzig oder mehr Körperringe tragen bis zu siebzig Beinpaare. Zu den ersten zwölf Körperringen gehört – wie üblich – je ein Beinpaar; in den folgenden Ringen aber vermehrt sich die Beinzahl, so daß ein hinterer Ring bis zu sechs Beinpaare tragen kann. In



Schale eines Muschelschalers (Conchostraca, s. S. 442).

gleicher Weise sind die bauchseitigen Muskeln und die Nervenknotten des Strickleiter-Nervensystems in den hinteren Ringen vermehrt, nicht aber die rückenseitigen Muskeln. Diese Regelwidrigkeit ist wohl dadurch zu erklären, daß während der Entwicklung eine nach dem Rücken hin unvollständige Aufteilung des Rumpfes in Segmente erfolgt ist. Nur einige letzte Körperringe sind beinlos. Was mag sich wohl der große Begründer der Systematik, Carl von Linné, gedacht haben, als er einem dieser Tiere den griechischen Namen »Apus« (auf deutsch »der Fußlose«) verlieh?

Die Rückenschaler leben vorwiegend am Gewässergrund, wo sie mit dem Rücken nach oben einherkriechen oder sich auch in den Schlamm einwühlen. Ihre Körperlage wird gleichfalls von dem mit den Augen wahrgenommenen Licht bestimmt, freilich in entgegengesetzter Weise als bei den Kiemenfüßern, da sie die Rückenseite dem Licht zukehren (»positiver Licht Rückenreflex«). Auch sie ernähren sich mit Hilfe ihrer filternden Blattbeine; aber sie erbeuten daneben als Jäger Insektenlarven, Gliederwürmer, Froschlaich und sogar junge Kaulquappen. Wo sie mit Kiemenfüßern zusammenleben, sollen diese Krebse ihre Hauptnahrung bilden. Zum Aufspüren der Beute dienen ihnen nicht die kleinen, unter dem Kopfschild verborgenen beiden Antennenpaare, sondern das mit langen Geißelfortsätzen ausgestattete erste Beinpaar.

Reste aus dem Erdaltertum bezeugen das hohe Alter der Rückenschaler. Etwas jüngere Versteinerungen aus dem fränkischen Keuper (obere Trias) sind so ungewöhnlich gut erhalten, daß sie die Zugehörigkeit zu der heute noch lebenden Art *Triops cancriformis* erkennen lassen; sie erhielt sich also unverändert seit einer Fünftelmilliarde von Jahren. Welchen Wandel ihrer Umwelt hat diese Art seitdem gesehen und überstanden! Wie die Kiemenfüßer überlebte sie alles im »Asyl« der kurzfristigen Gewässer und die längste Zeit als Ei im Trockenschlamm. Oft trifft man diese Veteranen der Erdgeschichte miteinander vergesellschaftet: den GROSSEN RÜCKENSCHALER (*Triops cancriformis*; L bis 10 cm) mit dem Sommerkiemenfuß, den KLEINEN RÜCKENSCHALER (*Lepidurus apus*; L bis 5 cm; Abb. S. 451) mit dem Frühjahrskiemenfuß. Bereits Goethe war vom Großen Rückenschaler so gefesselt, daß er nach dessen Fund in der Umgebung von Jena für das nächste Tier dieser Art dem Finder einen Spezialtaler und für das dritte einen Gulden versprach. Trotz dieser verlockenden Angebote gelang es Goethe aber nicht, einen zweiten Großen Rückenschaler zu erwischen.

Während das Hinterende der Rückenschaler in zwei Schwanzfäden ausläuft, ist es bei den KRALLENSCHWÄNZEN (Ordnung Onychura) mit einem kräftigen Krallenpaar bewehrt. Ihre Schale (Carapax) bedeckt den Körper nicht nur als Rückenschild, sondern als ein Faltenpaar auch von der Seite. Altertümliche Formen aus dieser Ordnung haben gleichfalls im Asyl der kurzfristigen Gewässer bis in die Jetztzeit überlebt: die MUSCHELSCHALER (Unterordnung Conchostraca). Sie tragen ihren Namen nach ihrem muschelschalenähnlichen Carapax, dessen Oberhaut (Cuticula) bei den Häutungen nicht abgeworfen wird (Abb. S. 441). Demnach liegen beim ausgewachsenen Tier die Jugendhäute gestaffelt übereinander und bedecken die letzte, größte Haut so, daß ihre freien Ränder den Zuwachslinien einer Muschelschale gleichen. Wie bei den Muscheln sind die beiderseitigen Schalen durch einen Schließmuskel mit-

Ruderfußkrebse (Unterklasse Copepoda, s. S. 456) und Fischläuse (Unterklasse Branchiura, s. S. 464):

Ruderfußkrebse

1. *Calocalanus pavo* (Ordnung Calanoida, s. S. 457; ausgesprochener Schwebler)

2 bis 4 Ruderfußkrebse der Binnengewässer

2. Hüpferling (*Diaptomus*-Art, Ordnung Calanoida, Schwebler, s. S. 457)

3. Hüpferling (*Cyclops*-Art, Ordnung Podoplea, Schwimmer, s. S. 458 sowie S. 304-306, Abb. 37 u. Abb. S. 451)

4. *Canthocamptus*-Art (Ordnung Podoplea, Schlängler, s. S. 458)

5 bis 8 schmarotzende Ruderfußkrebse (Weibchen)

5. Saphirkrebs (*Sapphirina fulgens*, Ordnung Podoplea, vgl. S. 461)

6. Kiemenkrebsschen (*Ergasilus sieboldi*, Ordnung Podoplea, s. S. 461)

7. Hechtkrebsschen (*Lernaea esconia*, Ordnung Lernaeida, vgl. S. 463)

8. Barschkrebsschen (*Achtheres percarum*, Ordnung Lernaeopodida, s. S. 463)

Fischläuse

9. Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*, s. S. 464)





einander verbunden. Altertümlich ist die hohe Segmentzahl des Rumpfes (36 bis 40) und die große Zahl der Blattbeinpaare (10 bis 32), mit denen die Tiere ihre Nahrung filtern.

Um Muschelschaler im Freileben anzutreffen, muß der Zoologe schon sehr viel Glück haben; dem Geologen dagegen sind ihre versteinerten Schalenreste eine vertraute Erscheinung. Er begegnet ihnen vor allem in Ablagerungen der Trias- und der Jurazeit. Weltweit seit der Devonzeit bis in die heutigen Tage ist die Gattung *Isaura*, früher »*Estheria*«, verbreitet. Freilich bieten die Schalenklappen dieser Fossilien, die meist allein erhalten blieben, nicht allzu viele Unterscheidungsmerkmale. So mag *Isaura* seit der Devonzeit doch manche inneren Abwandlungen durchgemacht haben, die über den Rahmen einer Gattung hinausgehen. Im Erdaltertum waren die *Isaura*-Arten ebenso wie der älteste bekannte Muschelschaler — *Rhabdostichus* aus der Devonzeit — Meeresbewohner, während die heutigen Vertreter im Süßwasser leben. Die seitlich abgeplattete *Limnadia lenticularis* (L 17 mm) torkelt am Grunde seichter, sommerlicher Wasserlachen einher, während *Lynceus brachyurus* (L bis 6,5 mm) in Rückenlage frei im Wasser schwimmt. Von *Limnadia* kennt man nur jungfräulich sich fortpflanzende Weibchen, von *Lynceus* aber auch die Männchen.

Den altehrwürdigen Cephalocariden, Kiemenfüßern, Rückenschälern und Muschelschalern — diesen letzten Überlebenden aus grauer Vorzeit — lassen wir hier das artenreiche Heer der »modernen« WASSERFLÖHE folgen, die unter den Krallenschwänzen die Unterordnung Cladocera bilden. Sie sind fast durchweg kleiner als die bisher geschilderten Überbleibsel aus der Erdvergangenheit, aber doch dem unbewaffneten Auge noch gut sichtbar. Ihre hüpfende Schwimmweise verhalf ihnen zu ihrem volkstümlichen Namen; dem Aquarienliebhaber sind sie als lebendes Zierfischfutter vertraut. Er schätzt für diese Zwecke vor allem die großen Weibchen der Gattung *Daphnia*; nach ihr hat sich für die Wasserflöhe überhaupt die Bezeichnung »Daphnien« eingebürgert. Man unterscheidet heute etwa vierhundertzwanzig Arten.

Der Kopf der Wasserflöhe trägt einen Kopfschild und kleine, mit Sinnesorganen besetzte erste Antennen. Die zweiten Antennen dagegen sind groß, als Spaltfüße zweiästig und mit langen Schwimmborsten besetzt. Sie dienen als Ruderorgane; ihr Schlag bewirkt die hüpfenden Schwimmbewegungen der Wasserflöhe. Der Kopf trägt ferner das noch bei den Erwachsenen vorhandene Larvenauge und die ursprünglich paarigen, zusammengesetzten Seitenaugen, die miteinander zu einem einzigen großen Auge verschmelzen. Dieser Vorgang läßt sich an den Ungeborenen im Brutraum verfolgen, bei denen die Augen anfangs noch getrennt sind.

Als sehr hoch entwickelte Blattfüßer besitzen die Wasserflöhe nur noch wenige Rumpfringe mit vier bis sechs Beinpaaren. Der beinlose Endabschnitt mit seinen zwei Krallen wird von der Schale umschlossen und tritt nur aus ihr hervor, wenn das Tier ihn gelegentlich streckt. Unter dem Mikroskop sieht man an ihm dann den Enddarm und den After, der durch Ringmuskeln geschlossen wird. Die meisten Wasserflöhe besitzen Blattbeine, die mit Kiemenanhängen und Filterkämme versehen sind und mit denen sie das Wasser durch den von den Schalen begrenzten Raum treiben. So filtert der Was-

- Wasserflöhe (s. S. 445):
1. *Scapholeberis mucronata* (s. S. 448)
 2. *Leptodora hyalina* (s. S. 447)
 3. *Daphnia pulex* (s. S. 447 u. Abb. S. 451)
 4. *Sida crystallina* (s. S. 447)
 5. *Polyphemus pediculus* (s. S. 449 u. Abb. S. 451)
 6. *Chydorus sphaericus* (s. S. 448)
 7. *Bosmina longirostris* (s. S. 448)
 8. *Bythotrephes longimanus* (s. S. 449)
 9. *Simocephalus vetulus* (s. S. 448)
 10. *Moina rectirostris* (vgl. S. 446)

serfloh Algen heraus und führt sie dem Mund zu; sie färben den Darm und die ihm ansitzenden »Leberhörnchen« grün. Im Vorderabschnitt der Schalenfalten erkennt man mit Hilfe des Mikroskops die S-förmig gewundene »Schalendrüse«, die am letzten Kopfgliedmaßenpaar (der zweiten Maxille) ausmündet und daher auch »Maxillendrüse« genannt wird. Sie ist das Ausscheidungsorgan (Exkretionsorgan) des Wasserflohs.

Immer wieder ein eindrucksvolles Erlebnis ist für den Beobachter am Mikroskop das schlagende Herz; er sieht, wie der Puls die farblosen Blutzellen durch die Lückenräume im Bindegewebe der Schalenfalten und der Gliedmaßen treibt. Am Rücken des Wasserflohs bilden die Schalen einen »Brutraum«; in ihm ruhen die Eier und die Ungeborenen, deren Entwicklung man hier leicht verfolgen kann. Im Herbst aber liegen hier die von einer dunklen Haut (Ephippium) umgebenen Wintereier. Unter dem Mikroskop bieten die seitlich abgeplatteten Wasserflöhe meist ihre Seitenansicht. Man lernt ein Lebewesen aber nur kennen, wenn man es von allen Seiten betrachtet. Ein großes Daphnien-Weibchen, das in einem kleinen Gläschen frei schwimmt, verschafft uns unter der Lupe diese Anschauung.

Wer Wasserproben zu verschiedenen Jahreszeiten aus dem gleichen stehenden Gewässer untersucht, erlebt mit den Wasserflöhen eine Überraschung: Nicht nur der Anteil ihrer Arten ändert sich, sondern auch vielfach innerhalb einer Art die Gestalt. Diese jahreszeitlichen Abwandlungen nennt man »Temporalvariationen«; über ihre Ursache und ihre Bedeutung hat man sich schon viele Gedanken gemacht — vor allem, da sich ganz ähnliche Vorgänge bei den völlig anders gearteten Rädertieren (s. S. 331) wiederfinden. Eine wichtige Rolle spielen hierbei die Wassertemperatur, das Licht und die Ernährung. Weiter fällt auf, daß man von vielen Arten im Frühjahr und weit in den Sommer hinein nur weibliche Tiere antrifft, die sich jungfräulich vermehren. Erst spät im Jahr begegnet man dann auch den kleinen Männchen, die an der verhältnismäßig großen ersten Antenne und am Fehlen des Brutraumes erkennbar sind. Nun findet eine normale Begattung und Befruchtung statt; diese Eier sind Dauereier, die zusammen mit der schützenden dunklen Haut des Brutraumes (Ephippium, auf deutsch »Sattel«, s. oben) abgelegt werden und sich erst im nächsten Frühjahr weiterentwickeln. Manche Arten erzeugen auch im zeitigen Frühjahr Dauereier, und in den Tropen überstehen solche Eier die sommerlichen Trockenzeiten. Im kurzen Sommer des hohen Nordens aber, der nur für eine oder für wenige Geschlechterfolgen ausreicht, können die den Dauereiern entschlüpfenden Weibchen sogar ohne vorhergehende Paarung wieder Dauereier erzeugen. Die Wasserflöhe der Gattung *Moina* (vgl. Abb. S. 444), bei uns Bewohner kurzfristiger Wasserlachen, bringen schon in der ersten oder zweiten Generation Männchen hervor, so daß hier auf schnellstem Wege wieder Dauereier entstehen.

Von den über achtzig einheimischen Wasserfloharten leben nur fünf im Meer, alle übrigen aber in stehenden Binnengewässern. Einige Beispiele häufiger oder besonders auffälliger Arten zeigen uns, wie mannigfaltig die Lebensweisen dieser Tiergruppe sind. Die Angehörigen dreier Familien weisen mit ihren sechs Rumpfbeinpaaren und mit ihren nackt (ohne schützende Brutraumhaut) abgelegten Dauereiern ursprüngliche Merkmale auf. Man faßt

Jahreszeitliche
Abwandlungen der
Wasserflöhe



Ephippium mit Winter-
eiern des Wasserflohes
Daphnia pulex.

diese artenarmen SIDIDEN (Sididae), HOLOPEDIIDEN (Holopediidae) und LEPTODORIDEN (Leptodoridae) als Familiengruppe der KAMMFÜSSER (Überfamilie Ctenopoda) zusammen. Die Sididen gibt es bei uns in drei Gattungen mit je einer Art. *Sida crystallina* (L ♀ bis 4 mm, ♂ 2,5 mm; Abb. S. 444) ist eine Uferform, die im Nacken ein Haftorgan trägt und sich mit ihm gern an Laichkräuter und andere Wasserpflanzen anheftet. Die durchscheinend gelbe, schön rot, blau und braun gezeichnete *Latona setifera* (L ♀ bis 3 mm, ♂ 2 mm) lebt am Gewässergrund in Schlamm und Moder. An der scheinbaren Dreiästigkeit ihrer Ruderantennen und der Beborstung ihres Schalenrandes ist sie leicht kenntlich. Unsere dritte Sidide, *Diaphanosoma brachyurum* (L ♀ 1 mm, ♂ noch kleiner), lebt frei schwimmend in klarem Wasser und hat die im Tierreich seltene Fähigkeit, ihr Gewicht dem des verdrängten Wassers so anzugleichen, daß sie völlig bewegungslos schwebt.

Unser größter Wasserfloh

Aus dieser Familie ging wohl auch unser größter Wasserfloh hervor, die völlig durchsichtige *Leptodora hyalina* (L ♀ bis 14 mm, ♂ 7–9 mm; Abb. S. 444), der einzige Vertreter der LEPTODORIDEN (Familie Leptodoridae). Trotz seiner Größe macht es Mühe, das wild hin und her schwimmende Tier in einem Glas mit gefangenem Geschwebe zu sehen; nur der Wirbel, den es unter dem übrigen Fang verursacht, läßt auf sein Vorhandensein schließen. Außerdem sieht man unter der Lupe einen feinen schwarzen Strich, den Darminhalt, und einen ebensolchen Punkt, das Auge. Kein Wunder, daß man die schöne und große *Leptodora* nur selten entdeckt, obwohl sie in verschiedensten Gewässern zu Hause ist, so im nährstoffarmen Wasser des Bodensees, im nährstoffreichen, braunen Wasser des oberschwäbischen Federsees und sogar im Mainwasser des Frankfurter Osthafenbeckens. *Leptodora* ist kein Filterer, sondern ein Jäger; ihre Brustbeine sind daher keine Blattbeine, sondern Stabbeine, und ihre Schalen wurden zu einem kleinen Brutsack am Rücken, so daß der lange Leib und die Beine völlig frei sind. Eine Besonderheit dieses eigenartigen Wasserfloh ist ferner seine schon als Metanauplius (s. S. 434) dem Ei entschlüpfende Larve.

Auch die dritte Familie der Kammfüßer, die der Holopediiden, umfaßt nur eine Gattung mit einer Art: *Holopedium gibberum* (L ♀ 2,5 mm, ♂ 1,5 mm). Dieser merkwürdige Wasserfloh, der in sauren Moorgewässern lebt, stößt bei der Häutung seine alten Schalen nicht ab. Sie verquellen zu einer Gallerte, die dem ursprünglich seitlich zusammengedrückten Tier fast eine Kugelform verleiht.

Die nun folgenden Familien bilden die überwiegende Mehrzahl der Wasserflöhe; sie haben allesamt fünf Rumpfbeinpaare und werden als Familiengruppe der ANOMOPODEN (Überfamilie Anomopoda) zusammengefaßt — auf deutsch »die mit den von der Regel abweichenden Beinen«. Das tun ihre Beine zwar nicht, aber sie bilden zusammen mit der Schale einen recht verwickelt gebauten und nicht leicht zu durchschauenden Nahrungsfilter. In der Familie der DAPHNIDEN (Daphnidae) sind große und auffällige Arten vereinigt: *Daphnia magna* (L des ♀ bis 5 mm) ist die größte; man findet sie in kleinen warmen Tümpeln und in den Gießbecken der Gärtnereien. Im Pflanzenwuchs kleiner Teiche lebt *Daphnia pulex* (♀ bis 3,5 mm; Abb. S. 444). Am gleichen Ort und oft in ihrer Gesellschaft, aber auch im freien Wasser

großer Seen, trifft man die durchsichtige *Daphnia longispina* (L des ♀ bis 2,5 mm) an. Eine ganz auf Seen angewiesene Art ist die noch durchsichtigere und etwas kleinere *Daphnia cucullata* (L des ♀ bis 2 mm), die man meist zusammen mit den großen Ruderfußkrebsen der Gattung *Diaptomus* (s. S. 457) findet. Dieser Wasserfloh wandelt zwar seine Form je nach seinem Wohngewässer; er ist aber immer von den anderen *Daphnia*-Arten durch das Fehlen seines Nebenauges zu unterscheiden.

Zu den Daphniden gehört auch die hübsche *Scapholeberis mucronata* (L des ♀ bis 1 mm; Abb. S. 444). Ihr bauchseitiger, freier Schalenrand bildet eine gerade Linie und setzt sich nach hinten in einen ebenso geraden Dorn fort. Er ist mit unbenetzbaren Haaren besetzt; mit ihm hängt das Tier an der Unterseite der Wasseroberfläche, an der es gleich einem Kahn entlanggleitet. Unverkennbar durch die vorspringende Stirn und den winzigen Schnabel ist *Simocephalus vetulus* (auf deutsch: Affen-Kopf; L des ♀ bis 3 mm; Abb. S. 444), den man in den verschiedensten Gewässern antrifft und der durch seine ruhige, nichthüpfende Schwimmweise auffällt. Auch die bereits erwähnte Gattung *Moina* (s. S. 446) gehört in diese Familie.

Aus der Familie der RÜSSELKREBSE (Bosminidae) kommen bei uns zwei recht formenreiche Arten vor: *Bosmina coregoni* (L des ♀ bis 1 mm) und *Bosmina longirostris* (L des ♀ bis 0,6 mm; Abb. S. 444) mit nur kurzen Ruderantennen; ihre unbeweglichen ersten Antennen sind dafür recht lang und sitzen dem Kopf wie ein abwärts gebogener Rüssel an. Seltener begegnet man Wasserflöhen aus der Familie der MACROTHRICIDEN (Macrothricidae), die sich ebenfalls durch große, aber bewegliche erste Antennen auszeichnen. Die häufigste Art bei uns ist der schwimmunfähige Schlammbewohner *Ilyocryptus sordidus* (L des ♀ bis 1 mm). Wie die Muschelschaler wirft dieser Wasserfloh bei den Häutungen seine alten Schalenhäute nicht ab, sondern trägt sie stufenweise übereinander geschichtet auf seiner letzten Schalenhaut. Die Stufen lassen noch den sie zierenden Haarbesatz erkennen, der einst den freien Schalenrand einrahmte. Schließlich sei die artenreiche Familie der CHYDORIDEN (Chydoridae) erwähnt, deren Angehörige die erste Antenne unter einem Schnabel geschützt tragen und deren Darm eine Schlinge bildet. Der kleine, fast kugelige *Chydorus sphaericus* (L des ♀ bis 0,5 mm; Abb. S. 444) ist unser weitaus häufigster Wasserfloh.

Die »Raubdaphnie« *Leptodora* (s. S. 447) zeigt, wie tiefgreifend sich der ganze Körperbau eines Wasserfloh durch den Wechsel von filternder zu jagender Ernährungsweise wandelt: Die filternden Blattbeine werden zu vielgliedrigen Stabbeinen; die das Filter seitlich begrenzenden Schalen bilden sich bis auf den rückenständigen Brutraum zurück; das zusammengesetzte Auge, das nun die Beute zu erspähen hat, nimmt an Größe und an Leistungsfähigkeit zu. Dieselben Abwandlungen begegnen uns bei der Familiengruppe der KRALLENFÜSSER (Überfamilie Onychopoda) wieder, deren noch filternde Stammgruppe wir nicht kennen. Vier völlig frei liegende Brustbeinpaare, die in Krallen enden und keine Kiemenanhänge tragen, sind ihnen gemein. Die Familie der POLYPHEMIDEN (Polyphemidae) trägt ihren Namen aufgrund ihres großen Auges: Sie ist nach dem einäugigen Riesen Polyphem der griechischen Sage benannt. Am häufigsten begegnet man diesen »Raubdaphnien«

Eine »Raubdaphnie«

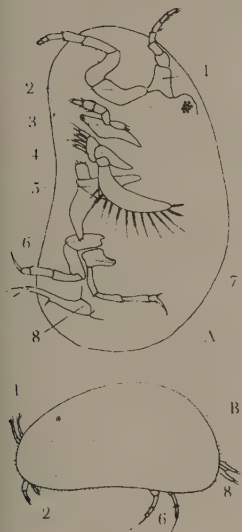
in den europäischen Meeren, wo Arten der Gattungen *Podon* und *Evadne* im Gewebe leben. Im Binnenland jagt *Polyphemus pediculus* (L des ♀ bis 1,6 mm; Abb. S. 444) in größeren Gewässern meist in Ufernähe. Nur im freien Wasser großer und tiefer Seen kann man den mit einem mehr als körperlangen Schwanzstachel versehenen *Bythotrephes longimanus* (L des ♀ ohne Schwanzstachel 3 mm; Abb. S. 444) erwarten. Im Bodensee erlangt er als zeitweilige Hauptnahrung des Blaufelchen (s. Band IV, S. 248) sogar wirtschaftliche Bedeutung.

Im Haushalt der Natur sind die nahrungsfilternden Wasserflöhe wichtige Glieder der sogenannten »ersten Verbraucherschicht«, die der zweiten Verbraucherschicht, vor allem den Jungfischen, als Nahrung dienen. Sie spielen diese Rolle vor allem in den stehenden Binnengewässern. Ihre Dauereier werden leicht durch Wasservögel verschleppt, und jeder für sie günstige Lebensraum kann sie dann rasch in großer Zahl beherbergen. Gießbecken in gärtnerischen Anlagen, Abzugsgräben im Wald, Bombentrichter und sonstige Kleinstgewässer bilden oft Fundgruben; doch immer seltener werden diese Vorkommen durch die Unsitte, alle Bodensenken, in denen sich etwas Wasser sammelt, in Müllgruben zu verwandeln.

Unterklasse Muschelkrebse

Weit über die Rückbildung der Körperringe und Beinpaare, wie wir sie bei den Wasserflöhen kennengelernt haben, gingen die MUSCHELKREBSE (Unterklasse Ostracoda) hinaus. Kopf und Rumpf bilden bei ihnen so sehr eine Einheit, daß man lange Zeit das zweite Maxillenpaar des Kopfes für das erste Rumpf Beinpaar hielt. Auch im Rumpf selbst ist keine Gliederung in Ringe mehr zu erkennen; er trägt nur zwei Beinpaare. Auch sie sind bei der Gattung *Polycope*, die im Sandlückensystem der Meeresböden lebt, rückgebildet. Das ganze Tier ist von zwei seitlichen Schalenklappen eingeschlossen, zwischen denen es mit seinem hinteren Kopfbereich aufgehängt ist. Hier sind die beiden Schalen durch einen Schließmuskel verbunden, dem ein elastisches Schloßband entgegenwirkt. Das Öffnen und das Schließen der beiden Schalen geschieht also wie bei den Muscheln; und ebenso wie dort kann zu dem Schloßband noch ein Schloßgelenk mit einem Längskamm und einer gegenüberliegenden Längsfurche oder mit Schloßzähnen und gegenüberliegenden Schloßgruben treten.

An Muscheln erinnert schließlich auch die Einlagerung von Kalk in die Schalen; ihr ist zu verdanken, daß sich die Schalen der Muschelkrebse wie die Muschelschalen in den Ablagerungen vergangener Erdzeitalter erhielten. Bis in die späte Kambriumzeit (vor etwa einer halben Jahrmilliarde) lassen sie sich zurückverfolgen. Schon im Erdaltertum erlebten die Muschelkrebse eine erste Blütezeit; in der Jurazeit begannen sie mit einem erneuten Aufstieg. Mit Anbruch der Tertiärzeit wurde dieser Aufstieg steiler und reicht bis in die heutigen Tage. Die Muschelkrebse entstanden im Meer, und in ihm lebt heute noch die Mehrzahl ihrer Arten; aber schon im späten Erdaltertum eroberten sie die Süßwässer des Binnenlandes. Für die Geologen erlangten die kleinen Schälchen in neuerer Zeit große Bedeutung: Da die Muschelkrebse zu ihren Blütezeiten in schneller Folge Arten entwickelten, die für die jeweilige Epoche bezeichnend sind, geben sie gute »Leitfossilien« für die zeitliche Einordnung erdgeschichtlicher Ablagerungen ab.



Muschelkrebse *Candona candida*. A linke Schale entfernt, von den Gliedmaßenpaaren je nur die linke dargestellt, B Habitus: 1 erste, 2 zweite Antenne, 3 Oberkiefer (Mandibel), 4 erste, 5 zweite Maxille, 6 erster Brustfuß (Kriechfuß), 7 zweiter Brustfuß (Putzfuß), 8 Gabel (Furca).

Früher dienten hierzu vor allem die kalkigen Hartteile von Weichtieren; doch in den Bohrkernen und anderen Gesteinsproben finden sich die kleinen Muschelkrebsschälchen in weitaus größerer Zahl. Nur die ebenfalls kleinen Gehäuse der einzelligen Porentierchen (Foraminifera; s. S. 110) und die Coccolithen (s. S. 97) bieten den Geologen ähnliche Orientierungshilfen.

Man schätzt die Zahl der heute lebenden Arten auf etwa zwölftausend; von ihnen bewohnen etwa hundert unsere heimischen Binnengewässer. Sie sind durchweg klein (L 0,5–2,6 mm), und selbst die größte heutige Art, die im Meere lebende *Gigantocypris agassizi*, wird höchstens dreiundzwanzig Millimeter lang. Dagegen brachte es schon im Erdaltertum eine Art, *Leperditia titanica*, auf achtundfünfzig Millimeter Länge.

Die heutigen Muschelkrebse verteilen sich auf zwei Ordnungen: die ausschließlich im Meer lebenden MYODOCOPIDEN (Myodocopida) und die teils im Meer, teils im Süßwasser lebenden PODOCOPIDEN (Podocopida). Die Myodocopiden erkennt man an dem nach außen gewölbten unteren Schalenrand und oft an einer vorderen Ausbuchtung, aus der die zweite Antenne als einziges Fortbewegungswerkzeug heraustritt. Meist besitzen sie zusammengesetzte Augen und ein Herz. Dagegen haben die Schalen der Podocopiden einen geraden oder einwärts gewölbten Unterrand und nie einen Ausschnitt für die Antennen. Zusammengesetzte Augen und ein Herz fehlen ihnen. Sie bewegen sich mit Hilfe beider Antennenpaare.

Diese Antriebsweise ist im ganzen Tierreich einzigartig, aber leider wegen der Kleinheit der Tiere und der Schnelligkeit ihrer Ruderschläge nur schwer zu beobachten. Der Schlag der beiden Antennenpaare wirkt nämlich nicht gleichsinnig. Die ersten Antennen schlagen im Halbkreis rückenwärts und bringen das Tier in eine Kreisbahn mit bauchseitigem Mittelpunkt. Die zweiten Antennen dagegen schlagen im Halbkreis bauchwärts und bringen das Tier in eine Kreisbahn mit rückenseitigem Mittelpunkt. Erst im Zusammenwirken beider Antriebe ergibt sich eine geradlinige Bahn vorwärts. Durch stärkeren Schlag des ersten oder des zweiten Paares kann das Tier abwärts oder aufwärts steuern. Die Muschelkrebse leben vorwiegend am Bodengrund ihrer Wohngewässer und schwimmen hier nur kürzere Strecken. Sie nähren sich hauptsächlich von faulenden Stoffen pflanzlicher und tierlicher Herkunft. Von dem am Gewässergrund sich zersetzenden Laub lassen sie nur ein zierliches Adergerippe übrig. Hierzu benutzen sie vor allem ihre kräftigen Oberkiefer.

Die ersten Maxillen sind Spaltbeine mit einem mächtigen Außenast, der eine Atemplatte bildet und den das Tier zur Erneuerung des Atemwassers ständig schwingt. Auch die zweiten Maxillen können eine solche Platte tragen, sind aber meist wie das erste Brustbeinpaar Kriechbeine, mit deren Hilfe die Tiere am Boden entlangrutschen. Bei den Männchen aber besitzen die zweiten Maxillen mächtige Greifzangen, mit denen das Weibchen während der Paarung festgehalten wird. Selten gelingt es, eine Paarung zu beobachten, da sie nur kurze Zeit dauert; zudem sind bei vielen unserer heimischen Süßwasser-Muschelkrebse die Männchen rar oder fehlen gar völlig, so daß sich die Weibchen vorwiegend oder ausschließlich jungfräulich vermehren. Das letzte Beinpaar ist bei den CYTHERIDEN (Familie Cytheridae)

Links von oben nach unten:

Der Kiemenfußkreb *Branchipus stagnalis* (s. S. 440) lebt in Süßwassertümpeln.

Beim Schwimmen kehrt er die Bauchseite nach oben.

Wasserflöhe mit Ehippium, ein von der übrigen Schale abgetrennter Brutraum, in dem Dauereier liegen.

Großer Fangschreckenkrebs (*Squilla mantis*, s. S. 484 u. vgl. Abb. S. 459).

Kleiner Bärenkrebs (*Scyllarus arctus*, vgl. S. 489 u. Abb. S. 459).

Kennzeichnend sind die blattförmig ausgebildeten Glieder des zweiten Fühlerpaares.

Mitte von oben nach unten:

Im Frühjahr erscheint in Schmelzwassertümpeln für kurze Zeit *Lepidurus apus* (s. S. 442), ein Blattfußkreb.

Weibchen eines Hüpflings (*Cyclops*, s. S. 458 sowie Klapptafel, Abb. 37 u. Abb. S. 443), das zu beiden Seiten des Hinterkörpers prallgefüllte Eisäckchen trägt.

Ein Fangschreckenkrebs tropischer Gewässer.

Kaiserhummer (*Nephrops norvegicus*, s. S. 489 sowie Abb. S. 459 u. 460).

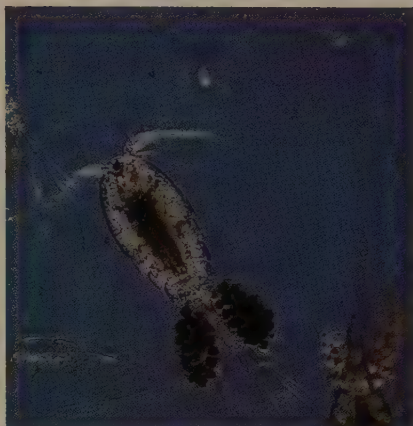
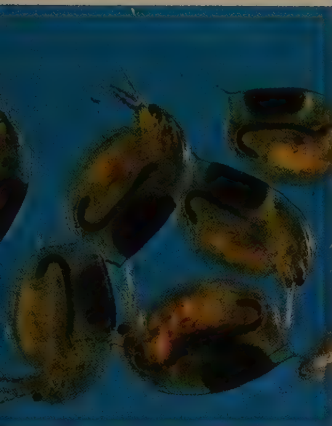
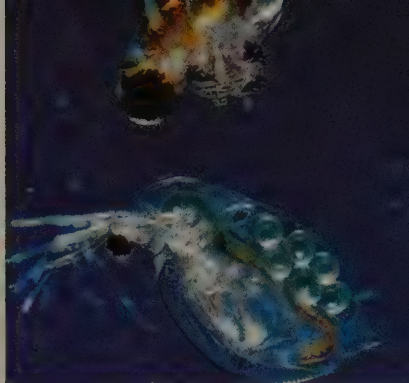
Er ist eine geschätzte Delikatesse.

Rechts von oben nach unten:

Wasserfloh (*Daphnia pulex*, links, s. S. 447 u.

Abb. S. 444), dessen Brutraum prall mit Eiern gefüllt ist, und Jägerwasserfloh (*Polyphemus pediculus*, rechts, s. S. 449

Fortsetzung Seite 455









Fortsetzung von Seite 450
u. Abb. S. 444), mit großem
Komplexauge.
Muschelkrebse (Ostra-
coda).

Die Garnele *Parapan-
dalus narval* ist im
Mittelmeer oft in Höhlen
anzutreffen.

Stenopus hispidus, eine
im Indopazifik weitver-
breitete Garnele, die sich
häufig als Putzer betätigt.

<
Die Europäische Languste
Palinurus vulgaris,
s. S. 488 u. Abb. S. 460) ist,
wie der Hummer, ein
sehr begehrter Speise-
krebs. Im Gegensatz zu
ihm besitzt sie keine
Scheren und weist am
Rückenschild sowie an
den Grundgliedern des
zweiten Fühlerpaares
zahlreiche Dornen auf,
was ihr auch den Namen
Stachelhummer einge-
tragen hat.

<<
Oben:
Flußkrebseweibchen
(vgl. S. 489), das auf der
Unterseite des Hinter-
körpers zahlreiche Junge
mit sich herumträgt.

<<<
Oben:
Der Hummer (*Homarus
gammarus*, s. S. 489
u. Abb. S. 460) kommt aus
seinem Versteck hervor.
Von den beiden mächtigen
Scheren ist hier die linke
als Knackschere zum
Zerdrücken von Muschel-
schalen ausgebildet.
Unteres Foto, über beide
Seiten:
Australischer Flußkrebs
(*Cherax*-Art).

zum Kriechen geeignet, dagegen bei den CYPRIDIDEN (Familie Cyprididae),
denen die meisten heimischen Muschelkrebse angehören, zum Reinigen der
Atemplatten und der Schaleninnenseiten umgeformt und hierfür ungewöhn-
lich beweglich.

Innerhalb der Schalenfalten der Muschelkrebse befinden sich die paarigen
Mitteldarmdrüsen, die Organe der Ausscheidung und die Keimdrüsen. Von
diesen Organen gewähren die Hoden der männlichen Tiere bei Betrachtung
unter dem Mikroskop den merkwürdigsten Anblick: Die in ihnen gebilde-
ten Samenzellen sind nämlich die weitaus größten im gesamten Tierreich;
das geht freilich auf Kosten ihrer Zahl. Da sie um ein Mehrfaches länger
sind als das ganze Tier, liegen sie zwischen den beiden Blättern jeder Schale
in Schleifenform und können durch gelinden Druck herausgepreßt werden.
Ein besonderes, pumpenartiges Organ dient dazu, diese riesigen Zellen her-
auszubefördern. Das Weibchen legt die befruchteten Eier einzeln oder als
Gelege an Wasserpflanzen. Aus ihnen schlüpft eine bereits beschalte Nau-
pliuslarve (s. S. 434) mit einästigen Beinen. Bei unseren heimischen Arten
häutet sie sich meist noch siebenmal. Im Gegensatz zu den Blattfüßern häu-
tet sich aber das erwachsene und geschlechtsreife Tier nicht mehr.

Es ist gar nicht so leicht, die Muschelkrebse genauer kennenzulernen, da
sie ja so klein sind. Außerdem muß man viel Geduld und Geschicklichkeit
aufbringen, um die Arten unter dem Mikroskop zu bestimmen und die Tiere
zu zergliedern. So haben diese unauffälligen kleinen Krebstiere unter den
Zoologen nur wenige Liebhaber gefunden. Aus der großen Zahl einheimi-
scher Arten fällt jedoch eine Art durch ihre Lebensweise heraus: *Notodromas
monacha* (L 1,1 mm), von der man auch häufig Männchen antrifft. Wäh-
rend sich in den Aquarien die anderen Arten am Boden und dicht über
ihm herumtreiben, schwimmt dieses Tier mit dem Rücken nach oben zur
Wasseroberfläche, dreht sich hier in Rückenlage und weidet wie der Wasser-
floh *Scapholeberis* (s. S. 448) die von Bakterien gebildete Kahlhaut der
Wasseroberfläche von ihrer Unterseite her ab. Erleichtert wird die Beschäf-
tigung mit den Muschelkrebsen dadurch, daß sie leicht zu halten sind. Man
muß ihnen nur ihre Feinde fernhalten: die Larven der Kleinlibellen, der
Kurzlibellen, der Steinfliegen und wohl auch einiger Eintagsfliegen, deren
Hauptnahrung sie bilden. Im Haushalt der Natur spielen die Muschelkrebse
als Fischnahrung eine nur untergeordnete Rolle; andererseits haben sie als
Verzehrer sich zersetzender pflanzlicher und tierlicher Lebewesen einen we-
sentlichen Anteil an der Selbstreinigung stehender Gewässer.

Verwandtschaftlich lassen die Muschelkrebse zu keiner anderen Unter-
klasse der Krebse nähere Beziehungen erkennen. Sie bilden einen seit
Urzeiten selbständigen Zweig in der Stammesgeschichte der Krebse, der sich
trotzdem bis in die heutigen Tage erfolgreich behauptet hat.

Im Gegensatz zu diesen vereinsamt dastehenden Muschelkrebsen sind die
nun folgenden fünf Unterklassen der Niederen Krebse untereinander näher
verwandt. Ihre Angehörigen kamen im Laufe der Stammesgeschichte auf
mannigfaltigen Wegen zum Erfolg, als Schwimmer und als Schwebler im
freien Wasser, als Schlangler auf seinem Grunde, in den Lückenräumen des
küstennahen Sandes, als Schmarotzer auf und in Tieren aus verschiedensten

Klassen und als »Bewuchs« anderer Lebewesen oder des Gesteins. Fr. Dahl faßte die Niederen Krebse dieses Verwandtschaftskreises unter dem Namen KIEFERFÜSSER [Maxillipoda] zusammen.

Im Mittelpunkt der Kieferfüßergruppe stehen die RUDERFUSSKREBSE [Unterklasse Copepoda]. Mit ihren etwa viertausend Arten bilden sie die Hauptmasse der Kieferfüßer; noch weitaus eindrucksvoller aber ist ihre Bevölkerungsdichte. Der Ozeanforscher Sir Alister Hardy errechnete, daß sie an Kopffzahl alle anderen Tiere der Erde einschließlich des Trillionenvolkes der Insekten übertreffen. Wenn man die Einzeller ausnimmt, mag man diesem Forscher Glauben schenken. Allein der Golf von Maine an der Ostküste Nordamerikas soll von diesen winzigen und fast gewichtslosen Tieren vier Millionen Tonnen enthalten. Man kann sich demnach vorstellen, welche entscheidende Rolle die Ruderfußkrebse im Haushalt der Natur spielen. Sie vor allem sind es, die das Pflanzenleben, das nahe der Meeresoberfläche unter dem Einfluß des Sonnenlichtes sich vermehrt und wächst, in tierliches Leben umwandeln. Andererseits bilden sie die Hauptnahrung für die großen Fischschwärme und sind dadurch das erste Glied in der Verbraucherkette, aus dem sie sich nicht wegdenken lassen. Im Gewebe unserer Binnengewässer stellen die Ruderfußkrebse gleichfalls den Hauptanteil; jeder Zug mit dem Planktonnetz beweist uns das. So erfüllen sie auch hier dieselbe Aufgabe als Glieder eines vielfältigen Gefüges.

Unterklasse
Ruderfußkrebse

Frei lebende Ruderfußkrebse sind meist durch ihre Gestalt unverkennbar: Der äußerlich ungegliederte Kopf endet nicht mit dem Segment der zweiten Maxille, sondern mit dem ersten Brustsegment, der ein Paar einästiger Kieferfüße (Maxillipeden) aufweist. Die restlichen fünf Brustsegmente tragen je ein Spaltfußpaar und bilden zusammen die auch äußerlich gegliederte Brust. Nur der fünfte Brustsegment nimmt eine Sonderstellung ein, da er mit dem vierten (bei der Ordnung Calanoida) oder mit dem ersten Ring des Hinterleibs (bei der Ordnung Podoplea) verwachsen ist; ferner ist sein Beinpaar bei der Ordnung Calanoida in beiden Geschlechtern verschieden oder bei der Ordnung Podoplea mehr oder weniger weit rückgebildet. Das dreiteilige Stirnauge der Naupliuslarve erhält sich meist zeitlebens. Der Hinterleib besteht aus fünf oder weniger Ringen, ist beinlos und endet mit zwei gabelig auseinanderstehenden Anhängen (Furca; Gabel).

Eine Kennzeichnung nicht nur der frei lebenden, sondern der gesamten Ruderfußkrebse einschließlich aller schmarotzenden Arten ist nicht möglich, da viele der Schmarotzer von völlig abweichender und zuweilen geradezu abenteuerlicher Gestalt sind. Als ein recht beständiges Merkmal erweisen sich die »Eiersäckchen« der Weibchen: Drüsen am Endabschnitt der Eileiter erzeugen einen Kitt, der zugleich mit dem Austritt der Eier um sie herum abgeschieden wird und sie zusammenhält. Die so gebildeten Eiersäckchen sind je nach dem Abstand der Eileitermündungen am ersten Hinterleibsring (Genitalsegment) paarig oder zu einem unpaaren Säckchen verschmolzen. Selbst unförmige Schmarotzer haben sich diese Eigenheit der Ruderfußkrebse bewahrt. Ein weiteres recht beständiges Merkmal auch der schmarotzenden Ruderfußkrebse ist eine ihrer Entwicklungsstufen: das auf das Nauplius- und die Metanauplienstadien folgende »Copepodidstadium«. Der Copepodid ist

eine Ruderfußkreb-Larve, die bereits die Trennung des Hinterleibs vom Kopfbrustabschnitt erkennen läßt. Bei den als Larven schmarotzenden Monstrilliden (s. S. 461) ist dieses Stadium stark abgewandelt; aber hier verrät das nichtschmarotzende erwachsene Tier seine Zugehörigkeit zu den Ruderfußkrebsen.

Ruderfußkrebse wichtig
im Meereshaushalt

Die Hauptmasse der Ruderfußkrebse erfüllt im Meereshaushalt die wichtige Aufgabe des »Erstverbrauchers«; ihr folgen als »Zweitverbraucher« die Schwärme der Heringe und Makrelen. Man faßt diese so wichtigen Krebse in der Ordnung der CALANOIDEN (Calanoida oder Gymnoplea) zusammen. Ihr schmaler Hinterleib ist scharf gegen den breiten Brustabschnitt abgesetzt; schon hierdurch sind sie von anderen Ruderfußkrebsen zu unterscheiden. Ein weiteres Merkmal ist der Besitz eines Herzens. Das Auffälligste an ihnen sind aber die langen ersten Antennen, die waagrecht ausgebreitet getragen werden; an ihnen hängen die Tiere wie an einem Fallschirm und sinken nur langsam abwärts: Die Calanoiden sind »Schweber«. Nach kurzem Absinken treten die Ruderbeine der Brust in Tätigkeit, zugleich erschaffen die tragenden Antennen. Mit angelegten Antennen steigt der »Hüpferling« wieder empor, die Antennen breiten sich erneut aus, und das Absinken beginnt abermals. Auch federartige Anhänge an den Antennen, an den Beinen oder am Hinterleib erhöhen durch ihre große Oberfläche den Reibungswiderstand und bremsen so die Sinkgeschwindigkeit.

Unter diesen Schwebern ist *Calanus finmarchicus* (L bis 4,5 mm) weltweit verbreitet, so vor allem in den nördlichen Meeren, aber auch im Mittelmeer und im Indischen Ozean. Die Calanoiden des Meeres driften über weite Strecken, gefolgt von Fischschwärmen, die von ihnen leben; und diesen wiederum folgen die Fischereiflotten. Aber auch in senkrechter Richtung wandern die Schweber: Mit Einbruch der Abenddämmerung steigen sie aus der Tiefe auf und sinken bei Tagesanbruch wieder in sie hinab. *Calanus finmarchicus* soll regelmäßig ein- bis zweihundert Meter zur Oberfläche aufsteigen und zur Tiefe absinken; auch hierbei folgen ihm die Fische.

Im Süßwasser sind Ruderfußkrebse aus der Ordnung der Calanoiden gleichfalls zu Hause. *Diaptomus*-Arten (Abb. S. 443) leben im freien Wasser auch kleinerer Teiche; im Bodensee und im Starnberger See kommt *Heterocope weismanni* dazu, neben dem Wasserfloh *Bythotrephes* (s. S. 449) eine Hauptnahrung des Blaufelchen. Die schönen DIAPTOMEN unserer Binnengewässer erkennt man leicht an ihrer Art zu schweben, die Weibchen zusätzlich an dem unpaaren Eiersäckchen und die Männchen an ihrer rechten ersten Antenne, die gekniet ist und bei der Paarung als Greiforgan dient. Der Beobachter am Mikroskop hat Gelegenheit, die prachtvolle Färbung dieser sonst recht durchsichtigen Tiere zu bewundern; sie wird durch leuchtend rote, orangegelbe und blaue Öltröpfchen im Körperinnern hervorgerufen. Diese Öltröpfchen setzen die Dichte (das spezifische Gewicht) herab und erhöhen damit das Schwebevermögen.

Von anderer Gestalt sind die PODOPLEEN (Ordnung Podoplea): Bei diesen Ruderfußkrebsen geht die Breite des Kopf-Brust-Abschnitts allmählich in die des Hinterleibes über, so daß sie birnen- bis walzenförmig erscheinen. Ihre ersten Antennen sind weniger als halbkörperlang und dienen nicht dem

Schweben; denn diese Tiere sind keine Schwebler, sondern teils Schwimmer, teils Schlangler. Im Gegensatz zu den Calanoiden besitzen sie kein Herz. Auch sie stellen zahlreiche Meeresbewohner; aber zu ihnen gehört die überwiegende Zahl der im Süßwasser lebenden Ruderfußkrebse. Die Schwimmer zählen fast durchweg zur Unterordnung der CYCLOPOIDEN (Cyclopoida), die Schlangler hingegen zur Unterordnung der Harpacticoiden (Harpacticoida; s. unten).

Während die frei im Meer schwimmenden Cyclopoiden mehreren Familien angehören, sind unsere Süßwasserformen in der einzigen Familie der HÜPFERLINGE (Cyclopidae) und in der Großgattung *Cyclops* (vgl. Klapptafel, Abb. 37 u. Abb. S. 443) mit mehreren Untergattungen und vielen Arten vereinigt. Von den oft mit ihnen vergesellschafteten Diaptomen (s. S. 457) lassen sie sich leicht durch die völlig andersartige Bewegungsweise unterscheiden: Ihre ersten Antennen dienen ihnen nicht als Fallschirm. Auch sie bewegen sich durch ihre Ruderfüße hüpfend; daher der deutsche Name »Hüpferlinge«, der auch für die Calanoiden in Gebrauch ist. Man vermischt bei ihnen aber zwischen den Hüpfbewegungen das schwebende Absinken mit ausgebreiteten Antennen. Während die Schwebler zumindest einen Teil ihrer Nahrung durch Filtern des Feingeschwebes erlangen, ernähren sich die *Cyclops*-Verwandten vorwiegend von zersetzten Resten pflanzlicher und tierlicher Herkunft. Manche Arten betätigen sich zusätzlich als Jäger, so *Megacyclops viridis* (L bis 5 mm), einer unserer größten Hüpferlinge.

Im Gewebe unserer stehenden Kleingewässer sind diese Kleinkrebse neben den Rädertieren die häufigsten Tiere; die Weibchen lassen sich leicht an ihren paarigen Eiersäckchen, die Männchen an den beiderseits geknieten ersten Antennen erkennen. Außerdem begegnet der Beobachter hier stets auch in großer Zahl den Nauplius-, Metanauplius- und Copepodidlarven (s. S. 434 und 456) — eine sonst seltene Gelegenheit, eine Tierart in allen Abschnitten ihres Lebens (im ganzen Individualzyklus) zu gleicher Zeit und am gleichen Ort anzutreffen und kennenzulernen.

Weniger auffällig sind die am Boden lebenden HARPACTICOIDEN (Unterordnung Harpacticoida), die daher oft übersehen werden. Nur einige meeresbewohnende Arten gehören als Schwimmer zu den Bestandteilen des Geschwebes. Die meisten Arten des Meeres und alle Süßwasserbewohner leben am Bodengrund und bewegen sich vor allem durch Schlängeln. Ihr Körper ist daher langgestreckt walzenförmig, ihr Hinterleib kaum schmaler als der Kopfbrust-Abschnitt. Auch bei den Harpacticoiden verteilen sich die im Meer lebenden Arten auf viele Familien, während die Süßwasserformen einer einzigen Familie, den CANTHOCAMPTIDEN (Canthocamptidae) angehören. Zahlreiche Canthocamptiden finden sich freilich im Meer; die vielen einst in der Gattung *Canthocamptus* (Abb. S. 443) vereinten Süßwasserarten verteilen sich heute auf zahlreiche Gattungen.

Mit den zum Scharotzerleben übergegangenen Ruderfußkrebsen kehren wir wieder zur Unterordnung der Cyclopoiden (s. oben) zurück; sie haben diesen Weg mehrfach und in verschiedener Richtung begangen. Das Krebschen *Nicothoe astaci*, das auf den Kiemen von Hummern und Langusten lebt, bietet noch durchaus den Anblick eines Hüpferlings. Auch für die

Larven von Krebsen:

1. Metazoealarve einer Porzellankrabbe (*Porcellana*)
2. Mysisstadium des Kaiserhummers (*Nephrops norvegicus*, s. S. 489 sowie Abb. S. 451 u. 460)
3. Naupliuslarve eines Muschelkrebses (*Cypris*, s. S. 465)
4. »Puppe« einer Entenmuschel (*Lepas*, vgl. S. 466)
5. Metanaupliuslarve einer Seepocke (*Balanus*, vgl. S. 467)
6. Zoealarve der Herzkabbe (*Thia*)
7. Pseudozoealarve eines Fangschreckenkrebses (*Squilla*, s. S. 484)
8. Megalopalarve einer Echten Schwimmkrabbe (*Portunus*, s. S. 492)
9. Zoealarve einer Gammele (*Hippolyte*, s. S. 487)
10. Phyllosomal larve eines Bärenkrebses (*Scyllarus*, s. S. 489)
11. Naupliuslarve eines Ruderfußkrebses (*Cyclops*, s. S. 458)





1

2

3

4

5

6

SAPHIRKREBSE (Gattung *Sapphirina*; vgl. Abb. S. 443) gilt das; ihre Weibchen leben in Salpen, während die Männchen frei umherschwimmen. Das Farbenspiel ihrer äußersten Zellschicht gab ihnen ihren Namen; der Zoologe Karl Gegenbaur (1826–1903) nannte es ein »Meeresleuchten bei hellem Tage«, dessen einzelne Funken bald saphirblau, bald goldgrün, bald purpurn leuchten.

Auch der im Süßwasser und im stark ausgesüßten Meerwasser lebende Schmarotzerkrebs *Ergasilus sieboldi* (L 1–1,5 mm; Abb. S. 443) läßt seine Verwandtschaft zu den Hüpferlingen erkennen. Seine Männchen sind noch keine Schmarotzer; die Weibchen werden es erst nach der Paarung. Sie schwimmen von da an gegen die Strömung und gelangen so unter die Kiemendeckel von Fischen und auf ihre Kiemen. Hier haken sie sich mit ihren zweiten Antennen fest, die zu großen, dreigliedrigen Greifklauen umgebildet sind, und nähren sich fortan von den Zellen der Kiemenhaut. Nicht nur die Wunden, die dadurch entstehen, schädigen die Fische, sondern auch die sich auf ihnen ansiedelnden Pilze. So können bereits fünfzig Schmarotzer auf jeder Seite die Sauerstoffaufnahme eines Fisches um ein Drittel herabsetzen; aber nicht selten befallen sehr viel mehr dieser Schmarotzer einen einzigen Fisch. Die weiblichen Krebse suchen ihr Opfer dicht am Boden auf; so haben vor allem Bodenfische unter dem »Kiemenkrebschen« zu leiden, an ihrer Spitze die trägen Schleien. Bei den Seefischern heißt der *Ergasilus*-Befall daher geradezu »Schleienkrankheit«. Unter den Opfern des »Kiemenkrebschens« folgen an zweiter Stelle die Hechte, an dritter die Brachsen.

Einen großen Schritt weiter im Schmarotzertum ging der MUSCHELDARMKREBS (*Mytilicola intestinalis*; L bis 8 mm). Er befiel ursprünglich nur die Mittelmeer-Miesmuschel (*Mytilus galloprovincialis*); erst im Jahre 1939 trat er – wohl durch Schiffe mit den Muscheln verschleppt – auch in der Echten Miesmuschel oder Pfahlmuschel (*Mytilus edulis*) der südlichen Nordsee auf und hat seitdem die dortigen Muschelbänke schwer geschädigt. So sank von 1949 bis 1950 der holländische Miesmuschelertrag auf ein Zehntel. Der im Darm der Muschel lebende Krebs beschleunigt die Eiweißverdauung seines Wirtes und steigert zugleich seinen Sauerstoffbedarf, während er die Nahrungsaufnahme und die Atmung herabsetzt. Die befallenen Muscheltiere sind klein und braun gefärbt – im Gegensatz zu den gelben oder orangefarbenen gesunden Tieren. Da man den geschlossenen Muscheln den Befall nicht ansehen kann, gelangen sie mit den gesunden in den Handel. Frische Miesmuscheln werden ja im Winter auch weitab vom Meer gehandelt; so bieten sie selbst dem Binnenländer die Gelegenheit, den wurmförmigen, stummelbeinigen Schmarotzerkrebs kennenzulernen. Nur seine ersten Larvenstufen leben frei im Meer; deshalb kann man aus den Muscheldärmen neben den erwachsenen Schmarotzern auch sieben weitere Jugendstadien sammeln.

Den geradezu entgegengesetzten Weg zum Schmarotzertum gingen die gleichfalls aus *Cyclops*-Verwandten hervorgegangenen MONSTRILLIDEN (Familie Monstrillidae). Schon die dem Ei entschlüpfende Naupliuslarve ist hier abgewandelt: Ihr fehlen Mund und Darm; ihre Oberkiefer, sonst dem Schwimmen dienende Spaltfüße, sind kräftige Haken. Mit ihnen kann der Nauplius nicht schwimmen; deshalb nimmt der französische Krebsforscher

Zehnfußkrebse

(Ordnung Decapoda,
s. S. 486):

1. Blutrote Riesengarnelle
(*Aristeomorpha foliacea*)
2. Kaiserhummer
(*Nephrops norvegicus*,
s. S. 489 sowie Abb.
S. 451 u. 459)
3. Großer Bärenkrebs
(*Scyllarides latus*, vgl.
S. 489)
4. Bunter Furchenkrebs
(*Galathea strigosa*)
5. Europäische Languste
(*Palinurus vulgaris*,
s. S. 488 u. Abb. S. 454)
6. Europäischer Hummer
(*Homarus gammarus*,
s. S. 489 u. Abb. S. 454)

Malaquin an, daß das Weibchen von *Haemocera danae* (auch *Cymbasoma rigidum* genannt) seine Eier vorsorglich an eine Kolonie des künftigen Wirtes, des Röhrenwurms *Salmacina dysteri*, ablegt. Mit seinen Haken befestigt sich der Nauplius an der Haut des Wurmes. Nun streift er seine Oberhaut mitsamt den Gliedmaßen ab, und nur sein Inneres schlüpft durch ein Loch in der Haut des Wurmes in den Wirt hinein. Hier entwickelt er sich zurück in einen einfachen Zellhaufen, der durch die Leibeshöhle in das Bauchgefäß des Blutkreislaufes eindringt. Nun beginnt eine erneute Entwicklung zu einer Larve, die ihre Nahrung aus dem sie umgebenden Blut mit Hilfe zweier langer Fortsätze entnimmt. Aus dieser spindelförmigen Larve entsteht nach mehreren Häutungen wieder ein männlicher oder weiblicher Ruderfußkrebs, der sich von anderen, frei lebenden Formen kaum unterscheidet. Er bringt seine letzte Larvenhaut zum Platzen, bohrt sich aus dem Wurm heraus und pflanzt sich nun als frei lebender Ruderfußkrebs fort.

Während die Monstrilliden nach einer auf das äußerste abgewandelten Entwicklung als Erwachsene ihre Hüpfperlungsverwandtschaft wieder erkennen lassen, hat die schmarotzende Lebensweise die nun folgenden Ruderfußkrebse so stark verändert, daß für sie eigene Ordnungen geschaffen werden mußten. In ihnen finden daher nur Parasiten ihren Platz. Die Angehörigen der CALIGOIDEN (Ordnung Caligoida) besitzen teils einen schildförmig abgeplatteten, teils einen noch drehrunden Kopf-Brust-Abschnitt. Ihr Mund bildet eine Saugröhre mit stachelförmigen Oberkiefern. Zwei Saugscheiben am Grunde der ersten Antennen sowie der ganze scheibenförmige Vorderkörper dienen den Erwachsenen von *Caligus rapax* (L bis 7 mm) zum Festsaugen an vielerlei Meeresfischen. Nauplius- und Metanaupliuslarven leben noch frei; vom dritten Larvenstadium an sind die Jungtiere mit Hilfe eines von einer Stirndrüse ausgeschiedenen Fadens am Fisch festgeheftet. Der nahe verwandte *Caligus lacustris* (L bis 6 mm) schmarotzt an Süßwasserfischen, vor allem Barschen, Hechten und Weißfischen.

Die Ordnung der LERNAEIDEN (Lernaeida) stammt wahrscheinlich von den Caligoiden ab, doch hier schmarotzen allein die Weibchen, während die Männchen frei leben oder sich im ersten Copepodidstadium (s. S. 456) den Weibchen anheften. Bereits als Copepodidlarven werden die Weibchen begattet; dann aber verlieren sie ihre Gliederung, der Hinterleib schwillt zu einem wurmförmigen, in S-Form gekrümmten Gebilde an, während der Brustabschnitt zu einem langen, dünnen Hals wird und der Kopf drei lange, verzweigte Hörner ausbildet. Bei der in der Nordsee häufigen *Lernaeocera branchialis* (L bis 17 mm) verläuft die Entwicklung bis zur Paarung auf Plattfischen (s. Band V, S. 231 ff.), die gewaltige Umwandlung der Weibchen aber auf Schellfischen und ihren Familienverwandten (s. Band IV, S. 440 ff.). Die Weibchen dringen in die Kiemenhöhle dieser Fische ein und bohren sich mit ihren Kopffortsätzen vom Boden des Kiemendarms in die dem Herz entspringende Aortenzwiebel ein. Sie stoßen aber nicht bis in den Gefäßhohlraum vor; denn das könnte den Wirt töten. Wie für alle hochentwickelten Schmarotzer gilt ebenfalls hier der Grundsatz, daß man den Ast, auf dem man sitzt, nicht absägen darf (s. S. 100). Immerhin erleidet der befallene Fisch ersten Schaden, denn an der gereizten Stelle wuchern die Gefäßwandungen

und verengen hier die Blutbahn; das geschieht aber gerade an dem Ort, an dem das sauerstoffarme Blut das Herz verläßt, um sich in den Kiemen neu mit Sauerstoff zu versehen. Mehrere *Lernaea*-Arten (vgl. Abb. S. 443) schmarotzen in der Haut unserer Süßwasserfische; und der längste Ruderfußkreb, *Penella balaenoptera* (L bis 32 cm), lebt fünf bis sieben Zentimeter tief in die Speckschicht der Walhaut eingebohrt, während er in seiner Jugend in Tintenschnecken schmarotzt.

Auch bei den LERNAEOPODIDEN (Ordnung Lernaeopodida) sind die Weibchen tiefgreifend verändert. Ihr ganzer Körper ist weichhäutig und durch eine Einschnürung der Vorderbrust zweiteilig. Die zweiten Maxillen bilden hier das Haftorgan. Sie bestehen aus zwei nach vorn gerichteten Armen, die an ihrer Spitze durch ein Hartgebilde (Bulla) miteinander und mit dem Wirt verbunden sind. Die Männchen bleiben klein (Zwergmännchen), bewahren ihre Gliederung und schmarotzen nur bis zur Geschlechtsreife. Dann verlassen sie ihren Wirt und suchen zur Paarung ein Weibchen auf. *Achtheres percarum* (L bis 5 mm; Abb. S. 443) lebt an den Kiemen von Barsch und Zander, wo meist eine dicke, vom Wirt ausgeschiedene Schleimschicht den Schmarotzer überzieht.

Am weitesten unter allen Ruderfußkrebsen hat sich die Gattung *Xenocoeloma* von der üblichen Krebsgestalt entfernt. Äußerlich bilden diese Tiere einen zapfenförmigen Auswuchs am Körper der von ihnen befallenen Borstenwürmer des Meeres. So ein Gebilde sieht zwar einfach aus, aber sein Aufbau ist rätselhaft: Es ist von der Haut des Wurmes überzogen und von einem Blindsack der Leibeshöhle des Wurmes erfüllt; zwischen diesen beiden aber liegt eine Muskelschicht des Schmarotzers. Am Ende des Zapfens befinden sich die männlichen und die weiblichen Keimdrüsen des Krebses; er ist Zwitter. An diesem Ende treten auch die Eiersäckchen hervor, aus deren Eiern Naupliuslarven schlüpfen. Gäbe es nicht die Eiersäckchen und die Naupliuslarven, die Krebsnatur der *Xenocoeloma* wäre völlig geschwunden.

Unterklasse Mystacocariden

Die nun folgende Unterklasse der MYSTACOCARIDEN (Mystacocarida) führt uns wieder zur ursprünglichen Krebsform zurück. Ihr gehören zur Zeit erst drei Arten an — winzige Krebschen von höchstens einem halben Millimeter Länge, die teils das Küstengrundwasser, teils die Lückenräume im groben Meeressand nahe der Küste in fünfundzwanzig Meter Tiefe besiedeln. Durch die gleiche Anzahl ihrer Körperringe schließen sie sich an die Ruderfußkrebse an, und wie bei ihnen sind ihre ersten Brustbeine Kieferfüße (Maxillipeden). Sie sind daher ebenfalls Kieferfüßer (s. S. 456), erscheinen aber in einigen Merkmalen altertümlicher als die Ruderfußkrebse: Ihr erster Bruststring, der das Kieferfußpaar trägt, ist noch nicht mit dem Kopf verschmolzen, sondern gegen ihn frei beweglich. Auch die Mundgliedmaßen sind noch ursprünglicher als die der Ruderfußkrebse gebaut; unter ihnen stellen die Oberkiefer als wohlentwickelte Spaltfüße geradezu den stammesgeschichtlichen Ausgangszustand dar. Schließlich hat ihr Bauchmark noch die Strickleiterform bewahrt, die wir bei den Blattfüßern (s. S. 441), aber nicht mehr bei den Ruderfußkrebsen antreffen. Demgegenüber sind manche Merkmale im Vergleich zu denen der Ruderfußkrebse eine Weiterentwicklung: Da die Tiere

sich mit Hilfe ihrer Kopfgliedmaßen in den Lücken zwischen den Sandkörnern vorwärtsschieben, entfällt für die Beine des Brustabschnittes die Aufgabe des Ruderns. Sie sind daher nur klein und einästig. Höchst merkwürdig ist der Besitz von vier getrennten Einzelaugen an Stelle des Naupliusauges der Ruderfußkrebse. Nun ist ja auch das Naupliusauge aus drei Einzelaugen zusammengesetzt; und das dritte, unpaare Auge entsteht in seiner Entwicklung ebenfalls aus einem Paar. Die Besonderheit der Mystacocariden liegt hier also nur im Auseinanderrücken der Anteile des Naupliusauges, was übrigens auch bei Ruderfußkrebsen vorkommen kann. Soweit man die Entwicklung der Mystacocariden kennt, schlüpfen sie als Metanauplien aus dem Ei. Die heute noch geringe Zahl ihrer bekannten Arten wird sich im Laufe der weiteren Erforschung der Sandlücken-Tierwelt zweifellos noch erhöhen.

In der Unterklasse der FISCHLÄUSE (Branchiura) begegnen uns wieder ausschließlich Schmarotzer, nun aber solche, die ihr Opfer nur vorübergehend zur Nahrungsaufnahme befallen. Diese Opfer sind, wie der Name besagt, Fische — und zwar sowohl Meeres- wie Süßwasserfische. Die Fischläuse sind wie die Caligoiden flach schildförmig; aber im Gegensatz zu diesen Ruderfußkrebsen bilden sie ihren Schild aus der Schale des Kopfes und den Seitenfalten des ersten Brustringes. Damit ist wie bei den Ruderfußkrebsen das erste Brustbeinpaar dem Kopf zugeordnet, aber nicht als Kieferfußpaar ausgebildet. Die beiden kurzen Antennenpaare tragen Haken, mit denen sich der Schmarotzer an seinem Wirt anheftet. Bei manchen Arten besitzen auch die ersten Maxillen Haftklauen; bei unserer heimischen Karpfenlaus (s. unten) aber trägt jede einen mächtigen Saugnapf. Nur schwer erkennbar sind bei ihr die als Stechwerkzeuge dienenden Oberkiefer. Die vier Beinpaare des Brustabschnittes sind zum Rudern geeignete Spaltfüße. Der Hinterleib ist weitgehend zurückgebildet. Er endet in zwei Lappen, die stark durchblutet sind und früher für Kiemen gehalten wurden; man nannte die Fischläuse daher »Kiemenschwänze«, so erklärt sich ihr aus dem Griechischen stammender wissenschaftlicher Name (Branchiura). In Wirklichkeit dient ihre Bewegung dazu, den Blutumlauf zu fördern. Ihre Muskeln pumpen das auf der Bauchseite nach hinten angesaugte Blut auf die Rückenseite und hier vorwärts dem Herzen zu.

Unterklasse
Fischläuse

Schon bei Betrachtung mit der Lupe fällt unter den inneren Organen einer Karpfenlaus der Mitteldarm auf, der beiderseits mit einem reichverzweigten Blindsack versehen ist. Wie bei den Blutegeln (s. S. 385) und den Zecken (s. S. 431) dienen diese Aussackungen dazu, für die oft langen Fastenzeiten zwischen zwei Blutmahlzeiten Vorrat zu speichern; Gelegenheiten zu solchen Mahlzeiten bieten sich ja nicht allzu oft und werden hierdurch voll genutzt. Die anderen ständig auf dem Wirt schmarotzenden Krebse (permanente Parasiten) sind auf eine solche Bevorratung nicht angewiesen. Außerdem nimmt die Wandung der Blindsäcke auch verdautes Fischblut auf. Von den etwa fünfundsechzig Arten der Fischläuse ist *Argulus scutiformis* (L bis 30 mm) die größte. Unsere heimische KARPFFENLAUS (*Argulus foliaceus*; L bis 6 mm; Abb. S. 443) tritt in den Fischgewässern häufig auf, so daß sie auch der Naturfreund beim Geschwebefang oft findet; ebenso ist

sie dem Angler wohl stets bekannt. Sie befällt aber neben zahlreichen Fischarten auch Kaulquappen und Molche. Den Fischen kann sie nicht nur durch den Blutentzug empfindlichen Schaden zufügen, sondern auch durch die hierbei erzeugten und oft verpilzenden Wunden.

Unterklasse Ascothoraciden

Eine nur etwa fünfundzwanzig Arten umfassende Unterklasse der Krebse bilden die ASCOTHORACIDEN (Ascothoracida), ebenfalls durchweg Schmarotzer. Obwohl man erdgeschichtliche Reste dieser Tiere nicht kennt, darf man aus dem Alter ihrer Wirte auch auf ihr hohes Alter schließen; denn sie befallen Korallen und Stachelhäuter des Meeres. Sie haben sich vom Grundbauplan eines Krebses nur wenig entfernt. Eine zweiklappige Schale umfaßt den Kopf-Brust-Abschnitt oder den ganzen Körper. In Anpassung an das Schmarotzerleben sind die Gliedmaßen des Kopfes umgewandelt: Die erste Antenne ist eine Greifzange, die zweite wurde rückgebildet, und die drei Mundgliedmaßen sind Stechwerkzeuge. Die Beine des Brustabschnitts können noch Ruderbeine mit Innen- und Außenast sein; bei Innenschmarotzern (Endoparasiten) sind sie rückgebildet, und auch die Gliederung des Körpers ist hier im Schwinden begriffen. Augen und Herz sind nicht vorhanden.

Krebse mit festsitzender Lebensweise: die Rankenfüßer

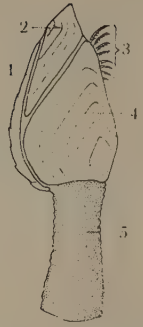
Die Ruderfußkrebse, die Fischläuse und die Ascothoraciden führten uns vor Augen, wie tiefgreifend die Krebsgestalt in Anpassung an die schmarotzende Lebensweise gewandelt werden kann. In welchem Maße auch Krebse mit festsitzender Lebensweise hierzu imstande sind, beweist die Unterklasse der RANKENFÜSSER (Cirripedia). Die volkstümlichen Namen »Entenmuscheln« und »Seepocken« zeigen, daß der Laie in ihnen keine Krebse mehr erkennt. Auch in dieser Unterklasse ist eine Ordnung zum Schmarotzerleben übergegangen und hat sich dabei so verändert, daß sogar jede Ähnlichkeit mit einem Gliederfüßer schwand. Aber selbst diese Wurzelkrebse (s. S. 468) »bekennen« sich noch durch ihren Rankenfüßer-Nauplius zu ihrer Verwandtschaft.

Dieser Nauplius ist durch die Seitenhörner seines Vorderteils gekennzeichnet. Nauplien und Metanauplien sorgen dank ihrer freien Beweglichkeit für die Ausbreitung der Arten; doch hierzu tragen auch die an Treibholz und Schiffen sitzenden erwachsenen Tiere bei. Es folgt ein Larvenstadium, das durch seine Schalen einem Muschelkrebs ähnlich ist und nach der Muschelkrebsgattung *Cypris* (Abb. S. 459) den Namen »Cyprislarve« trägt. Bei näherer Betrachtung ist diese Ähnlichkeit aber rein äußerlich. Die Schale der Cyprislarve ist nämlich nicht zweiklappig und zieht ohne ein Schloß über den Rücken. Auch die Beine sind hier völlig anders ausgebildet; es sind sechs Paar untereinander gleiche Spaltfüße. Der Hinterleib und das zweite Antennenpaar am Kopf sind rückgebildet. Das erste Antennenpaar der künftig festsitzenden Rankenfüßer hat je einen kräftigen Saugnapf. Mit diesen Saugnapfen heftet sich die Cyprislarve fest, sobald sie eine dafür günstige Unterlage gefunden hat. Nachdem sie so sesshaft wurde, stellt sie auch die Nahrungsaufnahme ein und verfällt in einen Zustand der Ruhe, in dem sie sich innerlich tiefgreifend umwandelt. Man kann diesen Vorgang mit der Puppenruhe höherer Insekten (s. Band II) vergleichen und spricht daher von einer »Cyprispuppe«. Anfänglich ist die Schale noch weich; sie lagert nun Kalk ein und bildet auf diese Weise gesetzmäßig angeordnete und recht ver-

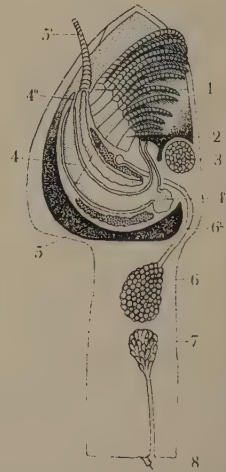
wickelt gebaute Platten. Die sechs Brustbeinpaare wachsen zu vielgliedrigen, befiederten »Rankenfüßen« aus, die für die ständige Erneuerung des Atemwassers und damit für Nahrungszufuhr sorgen. Bei der Anheftung hatte die Cyprislarve den freien bauchseitigen Schalenrand und die Beine dem Untergrund zugewandt. Während der Verwandlung dreht sich nun die Schale um einen rechten Winkel und der Körper des Tieres in ihr gar im Halbkreis, so daß sich am Ende der Rücken des Tieres dem Untergrund zukehrt und seine Bauchseite mit den Rankenfüßen von ihm abgewandt ist. Solche Umwälzungen im Verlauf des Seßhaftwerdens kennt man auch von anderen Tiergruppen, so den Kelchwürmern (s. S. 313) und den Seelilien (s. Band III, S. 280).

Die Rankenfüßer mit Kalkplatten faßt man in der Ordnung der THORAZIKEN (Thoracica) zusammen. Von ihren über sechshundert Arten gehört reichlich die Hälfte in die Unterordnung der ENTENMUSCHELN (Lepadomorpha). Ihr Vorderkopf bildet den an der Unterlage festgehefteten Stiel. Ihm sitzt das »Capitulum« (Köpfchen) auf, das aus dem übrigen Kopf, dem Brustabschnitt mit den sechs Rankenfußpaaren, dem Rest des Hinterleibes und den Schalenfalten mit den eingelagerten Kalkplatten besteht. Ihre Zahl ist von Familie zu Familie verschieden und beträgt bei der GEMEINEN ENTENMUSCHEL (*Lepas anatifera*; L des Köpfchens bis 5 cm, des Stieles meist bis 10 cm; vgl. Abb. S. 459) fünf. Ihr wissenschaftlicher Artname heißt »die Gänsetragende«, und im englischen Sprachbereich werden die Entenmuscheln wie die Bernikelgänse (s. Band VIII) »Barnacles« genannt. Die Tiere sehen tatsächlich kleinen Gänsen ähnlich; und uralte Sagen behaupten, daß aus diesen Lebewesen, die wie Pflanzen an Treibholz wachsen, die Bernikelgänse entstehen. In der »Topographia hibernia« des Giraldus Cambrensis aus der zweiten Hälfte des zwölften Jahrhunderts wird berichtet, daß »einige Bischöfe und Geistliche in einigen Teilen Irlands sich nicht scheuen, diese Vögel zur Fastenzeit zu verspeisen, da sie ja weder Fleisch noch von fleischlicher Herkunft seien« — eine Auslegung, die Papst Innozenz III. im Jahre 1215 verbot.

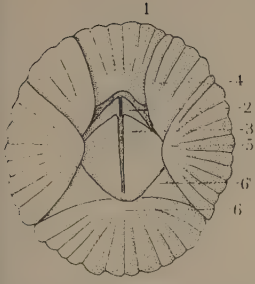
In der Unterordnung der SEEPOCKEN (Balanomorpha) ist der Anheftungsteil, der dem Stiel der Entenmuscheln entspricht, von außen unsichtbar. Er ist stark verkürzt und befindet sich in dem Schalenkranz, dem »Köpfchen« (Capitulum; s. oben), das hier »Mauerkrone« genannt wird. Sie birgt im übrigen dieselben Teile wie das Capitulum. Die Mauerkrone besteht aus vier bis acht Einzelplatten und ist der Unterlage häufig mit einer ebenfalls verkalkten Grundplatte angeheftet. Alle diese Kalkplatten sind fest miteinander verbunden und lassen nur oben eine Öffnung frei, aus der die Rankenfüße hervortreten können. Durch je ein Paar Schild- und Rückenplatten (Scuta und Terga), die im Gegensatz zu den Platten der Mauerkrone beweglich bleiben, kann diese Öffnung verschlossen werden. Das geschieht vor allem, wenn das Niedrigwasser die Seepocke für längere Zeit trocken legt. Nicht alle Seepockenarten vertragen freilich das Trockenliegen gleich gut; dementsprechend siedeln sie sich an verschiedenen Orten an: Die STERNSEEPOCKE (*Chthamalus stellatus*; ϕ 5–10 mm) hält sich an Felsküsten noch in Höhe der mittleren Springtiden, wo sie nur alle vierzehn Tage überflutet wird; auch die



Gemeine Entenmuschel
von links: 1 Carina, 2 Ter-
gum, 3 Rankenfüße, 4
Scutum, 5 Stiel.



Entenmuschel, linksseitig
geöffnet: 1 letzter Ran-
kenfuß, 2 erster Ranken-
fuß, 3 Schließmuskel quer-
geschitten, 4 Darm, 4'
Darmblindsack, 4'' After,
5 Hoden, 5' Begattungs-
glied, 6 Eierstock, 6' Eilei-
ter, 7 Zementdrüse, 8 erste
Antenne.



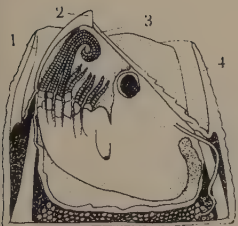
Gemeine Seepocke in Aufsicht: 1 Carina, 2 Tergum, 3 Scutum, 4 Latum carinale, 5 Latum, 6 Rostrolaterale mit seinen Flügeln (6').

Unterordnung Meerwarzen

GEMEINE SEEPOCKE (*Balanus balanoides*, ϕ 5–15 mm), die in der Gezeitenzone der Nordsee jeden Stein lückenlos überzieht, begnügt sich in der Spritzwasserzone mit gelegentlicher Nässe. Die KERB-SEEPOCKE (*Balanus perforatus*; ϕ 1,5–3 cm) und die ERFENBEIN-SEEPOCKE (*Balanus eburneus*; ϕ 2 bis 3 cm) besiedeln dagegen nicht die mittlere Gezeitenzone; die Seepocke *Balanus balanoides* (vgl. Abb. S. 459) ist von der unteren Gezeitenzone bis in große Tiefen anzutreffen und meidet daher das Trockenliegen. Die SCHILDKRÖTEN-SEEPOCKE (*Chelonibia testudinaria*; ϕ 1,5–2,5 cm) besiedelt den Panzer von Seeschildkröten und dringt mit wurzelartigen Fortsätzen ihrer Mauerkrone nicht nur durch das Schildpatt, sondern sogar durch die Knochen hindurch. Ihre Anheftungsfläche bleibt häutig, bildet also keine kalkige Grundplatte aus. Das gilt auch für die WAL-SEEPOCKEN (Familie Coronulidae), deren stark gerillte Mauerkronen sich tief in der Haut der Wale verankern.

Die artenarme Unterordnung der MEERWARZEN (Verrucomorpha) nimmt in vielen Beziehungen zwischen den Entenmuscheln und den Seepocken eine Mittelstellung ein. Der verkürzte Stiel liegt wie bei diesen Formen innerhalb der Mauerkrone, die aber hier nur von einer Schild- und einer Rückenplatte beweglich verschlossen ist, während die beiden anderen Platten mit ihr fest verwachsen sind. So sind die Meerwarzen unsymmetrisch geworden. Von über fünfzig Arten ist eine, *Verruca stroemia* (ϕ bis 5 mm), außer im Atlantik und im Mittelmeer auch in der Nordsee an leeren Austern- und Schnecken-schalen anzutreffen.

Fast alle Thoraziken sind Zwitter – eine Anpassung an ihre seßhafte Lebensweise. Ihre Hoden umgeben im Brustabschnitt den Darmkanal, ihre Eierstöcke dagegen sind merkwürdigerweise in den Vorderkopf verlagert. Bei den Entenmuscheln befinden sie sich daher im Stiel, bei den Seepocken und Meerwarzen aber am Grunde der Mauerkrone. Die reifen Eier gelangen in die Mantelhöhle, werden hier besamt und entwickeln sich hier auch zu Naupliuslarven, die ins freie Wasser ausschwärmen. Sie können nun im Gewebe in ungeheuren Mengen auftreten; die sich festsetzenden Cypris-larven besiedeln den Untergrund dann allzu dicht, und die meisten erliegen der Raumnot. Der Mangel an ausreichender Bodenfläche zwingt vor allem diejenigen Seepocken, die in der Mitte einer Gruppe leben, zum Längenwachstum. Die Thoraziken besiedeln aber nicht nur Felsküsten und Hafenmolen, sondern auch Schiffsrümpfe. Durch ihren Reibungswiderstand setzen sie die Geschwindigkeit der Schiffe herab und zerstören zudem ihren Rostschutz. Ihre regelmäßige Beseitigung und die jeweilige Erneuerung der Schutzanstriche verursachen hohe Kosten; dadurch spielen die Seepocken auch wirtschaftlich eine Rolle.



Seepocke, linksseitig geöffnet: 1 Carina, 2 Tergum, 3 Scutum, 4 Rostrolaterale.

In der Ordnung der AKROTHORAZIKEN (Acrothoracica) sind einige wenige Arten der Rankenfüßer vereinigt, die sich in die Schalen von Weichtieren und in die Kalkskelette von Korallen einbohren. Einen Schutz durch eigene Kalkplatten benötigen sie daher nicht. Der Vorderkopf enthält wie bei den Thoraziken die Eierstöcke; er bildet keinen Stiel, sondern eine unregelmäßig geformte Haftscheibe. Die wenigen Rankenfüße sind einästig. Meist sind die Akrothoraziken getrenntgeschlechtlich und die Männchen sehr klein (Zwergmännchen). *Trypetesa lampas* (L ♀ 7–15 mm, ♂ 1,2 mm) bohrt sich

an der englischen Küste in die Spindel der Gehäuse von Spindelhornschnecken und Wellhornschnecken (s. Band III, S. 88) ein.

Die dritte Ordnung der Rankenfüßer umfaßt etwa zweihundert Arten der WURZELKREBSE (Rhizocephala). Sie sind von der seßhaften Lebensweise zum höchsten Grade des Schmarotzertums übergegangen. In ihrer Frühentwicklung ähneln sie noch den Thoracicen: Aus dem Ei schlüpft eine Naupliuslarve mit den für die Unterklasse bezeichnenden Stirnhörnern, doch ohne Darm. Die Süßwasser-Wurzelkrebse der Tropen entlassen aus dem Ei sofort eine gleichfalls darmlose Cyprislarve. Auch die Nauplien verwandeln sich bald in eine solche; sie heftet sich mit ihren ersten Antennen an einem Haar ihres künftigen Wirtes — eines Einsiedlerkrebes oder einer Krabbe — fest.

Nun geschieht etwas ganz Ungewöhnliches: Der gesamte Körper mitsamt den Beinen wird abgestoßen; übrig bleibt allein der Kopfabschnitt, der die Form eines Sackes annimmt und vorn einen hohlen Stachel (Kentron) trägt. Ihn füllt ein gleichförmiger Zellhaufen. Der Stachel bohrt sich nun durch die dünne Haut am Haargrund und durch ihn gleitet der Zellhaufen in das Innere des Krebses. Hier gelangt er — wohl durch den Blutstrom — in den Brustabschnitt und wächst zu einem Geflecht aus, das alle Organe umspinnt. Schließlich treibt er einen Schlauch zur Körperwand und durchbricht sie. Aus ihr tritt der Schmarotzer nun als ein Sack hervor, der mit einer chitinigen Oberhaut überzogen ist und in seinem Innern die Eierstöcke und Samenbehälter birgt. In sie wird der Samen der Männchen entleert.

Der Werdegang der Männchen ist von der japanischen Gattung *Peltogasterella* bekannt und nicht weniger merkwürdig als die Entwicklung der Weibchen: Die Männchen entstehen aus größeren Eiern als die Weibchen; deshalb sind auch ihre Nauplius- und Cyprislarven größer. Sie heften sich an die Weibchensäcke an, und ihr Inneres entartet nun ebenfalls zu einem Zellhaufen. Er wandert in den weiblichen Samenbehälter ein, und nun werden seine Zellen zu Samenzellen.

In den europäischen Meeren befällt *Sacculina carcini* vor allem die Strandkrabben (*Carcinus maenas*; s. S. 492), daneben aber auch andere Kurzschwanzkrebse. Dieser Wurzelkrebs bricht aus dem Hinterleib der Krabben am Grunde der Unterseite hervor. Im Innern des Krebses schädigt er unter anderem die Hormondrüsen und verhindert so, daß sich sein Opfer weiterhin häutet. Häufig unterdrückt das Wurzelkrebsweibchen auch die Entwicklung der Hoden seines Wirtes; der Hinterleib einer von ihm befallenen männlichen Krabbe kann schließlich sogar wie der eines Weibchens aussehen.

Das kennzeichnende Merkmal der HÖHEREN KREBSE (Unterklasse Malacostraca) ist die bis auf wenige Ausnahmen stets gleiche Anzahl von neunzehn Körperringen (Segmenten), die im Laufe der Evolution von den ursprünglich mehr als vierzig Körperringen der primitiven Krebstiere übriggeblieben sind. Somit gilt auch für die Höheren Krebse die allgemeine Regel, nach der mehrfach vorhandene gleichartige (seriale) Organe im Laufe der Höherentwicklung an Zahl vermindert oder für andere Aufgabengebiete umgebaut werden. Wir sehen dies zum Beispiel bei den Mundwerkzeugen

Unterklasse
Höhere Krebse
von R. Altevogt

der Krebse, die ehemals Gehbeine waren und deshalb auf deutsch Kieferfüße (Maxillipeden) genannt werden. Das gleiche gilt auch für die ehemaligen Schwimmbeine der mittleren Körperringe (Pleopoden), die zum Beispiel bei einigen Zehnfußkrebsen (s. S. 486) in den Dienst der Fortpflanzung einbezogen sind und als Gonopoden den Samen in die weiblichen Geschlechtsöffnungen übertragen. Die Ausgestaltung dieser Gonopoden ist ein sehr brauchbares Merkmal für die systematische Einteilung vieler Höherer Krebse, von denen zehn Ordnungen mit bisher etwa achtzehntausend Arten bekannt sind.

Mit diesem Artenreichtum bilden die Höheren Krebse ungefähr die Hälfte aller Krebsarten; und auch ihre Formenvielfalt, die Verschiedenartigkeit ihrer Lebensräume und vor allem ihre oft hochentwickelten Verhaltensleistungen stellen sie deutlich über die »Niederer« Krebse. Ihre übergeordnete Stellung drückt sich außerdem in ihrer Körpergröße aus: Unter den Zehnfußkrebsen befinden sich die größten heute lebenden Gliederfüßer. So wird die Garnele *jasus huegeli* aus den antarktischen Meeren sechzig Zentimeter lang, die indoaustralische Krabbe *Pseudocarcinus gigas* erreicht vierzig Zentimeter Rückenschildbreite, und die in größerer Tiefe lebende japanische Riesenkrabbe *Macrocheira kaempferi* hat mit ihren Gehbeinen eine Spannweite von etwa drei Metern.

Körpergliederung

Die Körperringe (Segmente) der Höheren Krebse bilden mehrere aufeinanderfolgende Körperabschnitte (Tagmata, Einzahl das Tagma); durch den Anschluß von Ringen an den vor oder hinter ihnen liegenden Abschnitt entstand aber eine von Gruppe zu Gruppe wachsende Körpergliederung. Die folgenden Abschnitte kann man als die ursprünglichen ansehen: Der »Urkopf« (das Protocephalon) trägt die beiden Antennenpaare. Ob das erste Paar zu einem Körperring gehört oder ursprünglich ein Fühlerpaar des Kopflappens war, ist hier wie bei den Insekten (s. Band II, S. 28 unten) noch umstritten. Dagegen sind die zweiten Antennen zweifellos Gliedmaßen eines Körperringes. So besteht der Urkopf je nach Deutung der ersten Antenne aus dem Kopflappen und ein oder zwei Segmenten. Es folgen drei Körperringe, deren Gliedmaßen zu Mundgliedmaßen wurden (Oberkiefer oder Mandibel, erste und zweite Maxille); dieser Abschnitt ist der »Kieferkopf« (das Gnathocephalon). Der anschließende Brustabschnitt (Thorax) setzt sich aus acht Körperringen zusammen, deren jeder ein Beinpaar trägt. Das erste oder die ersten können in den Dienst der Nahrungsaufnahme treten und werden dann Kieferfüße (Maxillipeden) genannt. Ihre Körperringe heißen dann die »Kieferbrust« (der Gnathothorax). Auf die acht Brustringe folgen sechs Hinterleibsringe, die zusammen den Hinterleib (das Pleon) bilden. Er wird durch ein dem Pygidium der Gliederwürmer entsprechendes Endstück, das »Telson«, abgeschlossen, das hier wie dort den After trägt.

Ganz verschieden zusammengesetzt ist nun bei den Höheren Krebsen der Abschnitt, den wir den »Kopf« nennen. Wie bei den Insekten aus dem Urkopf und dem Kieferkopf ist er bei den Leptostraken und bei *Bathynella* zusammengesetzt, meist aber sind ihm noch Ringe des Brustabschnitts zugeschlagen, so daß ein »Kopf-Brust-Abschnitt« (Cephalothorax) entsteht. Meist ist dies nur ein Ring, so bei den Flohkrebsen, Scherenasseln und Asseln;

bei der Languste sind es aber alle acht. Lange Zeit hat man sogar allen Zehnfußkrebsen einen solchen Kopf-Brust-Abschnitt zugesprochen, doch hat sich gezeigt, daß bei den meisten der Urkopf vom Kieferkopf beweglich abgegliedert ist. Dieser bildet daher mit dem Brustabschnitt einen »Kiefer-Kopf-Brust-Abschnitt« (Gnathocephalothorax).

Wie bei vielen »Niederen Krebsen«, so erstreckt sich auch bei zahlreichen »Höheren« vom letzten Kieferkopfring eine Hautfalte nach hinten mehr oder weniger weit über den Rücken und die Seiten. Dieser »Rückenpanzer« (Carapax, S. 441) wird durch die Ausbildung und Umbildung von Rückenplatten (Epimeren) oft zu einem höchst verwickelt gebauten Gebilde.

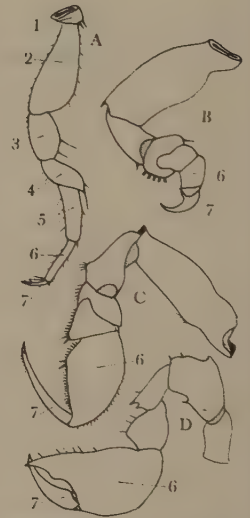
Rückenplatten sind vom Rücken ausgehende, oft seitlich herabreichende flache Ausbuchtungen der Körperringe, die mit den benachbarten Brüstingen verwachsen können und so die Grundlage des Krebspanzers bilden. Dieser Panzer dient einerseits dem Schutz der Tiere, zumal er durch Einlagerungen von Chitin und Kalksalzen eine hohe Festigkeit erlangen kann; andererseits aber gewährt er auch den Atemorganen Raum, da seine Innenseite dünnhäutig und unverkalkt bleibt. So wird der Blutflüssigkeit (Hämolymph) Gelegenheit gegeben, in reicher Verzweigung und großer Oberfläche den Gasaustausch zu ermöglichen.

Auch am Hinterende verwachsen bei manchen Krebsen einige Körperringe miteinander, so das beinlose Endstück (Telson), auf dem der After mündet und das mit den davor befindlichen Rumpfsegmenten verwächst. Außerdem vollzogen sich am Hinterende im Verlauf der Stammesgeschichte weitere Formveränderungen; es ist zum Beispiel bei den Krabben oder Kurzschwanzkrebsen nur kurz und wird unter den Vorderkörper geklappt. Daß bei einigen schmarotzenden Arten — unter anderem Asseln — noch viel weitergehende Änderungen der Körperform erfolgt sind, erklärt sich durch ihre besondere Lebensweise.

Kennzeichnend für die meisten Höheren Krebse sind auch die Scheren, die an den Brustbeinpaaren ausgebildet sind. Sie dienen der Nahrungsaufnahme, dem Ergreifen des Geschlechtspartners und der Abwehr. Die beiden Grundformen solcher Scheren (Chela und Subchela) zeigt die Abbildung auf Seite 438.

Allen Höheren Krebsen ist die Lage der Geschlechtsöffnungen gemeinsam. Beim Weibchen öffnen sie sich auf der Bauchseite des sechsten Brustsegments; beim Männchen münden die Samenleiter im achten Brüsting. Die Körperbedeckung der Höheren Krebse ist ein sklerotisiertes und vielfach mit Kalziumsalzen verstärktes Außenskelett (Exoskelett); es entsteht aus einer Oberhaut (Epidermis), die eine mehrschichtige chitinhaltige Überzugsschicht liefert und über die sich eine Außenschicht (Epicuticula) legt. Der Kalk wird von der Epidermis eingelegt. Bei größeren Krebsen kann das Außenskelett auch nach innen als ein teilweises Binnenskelett fortgesetzt werden. Zahlreiche Höcker, Tasthaare, Ruderhaare, warzen- und stachelartige Fortsätze kennzeichnen die äußere Körperbedeckung; bei manchen Arten können sie in Reihen angeordnet sein und sogar als »Schrilleisten« zur Lauterzeugung verwendet werden.

Eingelagerte beziehungsweise gelöste Farbstoffe verleihen den Krebsen oft



Brustbeine von Asseln: A Laufbein einer Wasserassel, B Klammerbein der auf Fischen schmarotzenden *Aega psora*, C Greifbein (Subchela) von *Saduria entomon*, D Schere (Chela) einer Scherenassel (*Apseudes*). 1 Hüftglied (Coxopodit), 2 Grundglied (Basipodit), 3 Ischiopodit, 4 Meropodit, 5 Carpopodit, 6 Propodit, 7 Fingerglied (Dactylopodit).

Färbung eine recht dauerhafte rötliche, bläuliche oder graubraune Farbe; sie kann sich aber sehr rasch ändern — und zwar in denjenigen Fällen, wo sternförmige Farbstoffzellen (Chromatophoren) des Unterhautgewebes durch nervale oder hormonale Einwirkung zusammengezogen oder ausgedehnt werden. So ist zum Beispiel die bekannte Nordseegarnele (die dort fälschlich als »Krabbe« bezeichnet wird) im Leben braungrau; sie erlangt ihre rötliche Farbe erst durch den Hitzetod, durch den der Eiweißfarbstoff Astaxanthin unter Wärme- einwirkung in die einzelnen Eiweißbestandteile und den Farbstoff (ein Karotinoid) zerfällt. Andererseits vermögen bestimmte Winkerkrabben (s. S. 497) ihre Körperfärbung in jeder Ebbeperiode von der jeweiligen sand- oder schlick- farbenen Grundfarbe bis zum hellsten Weiß zu ändern; bestimmte Augen- stielhormone ziehen dann bei ihnen Farbstoffzellen zusammen. Besonders interessant ist hier auch die japanische Samuraikrabbe, auf deren Panzer man ein Gesicht zu sehen wähnt. Die geringelten Beinmuster mancher tropischen Strandkrabben zeigen uns in außergewöhnlicher Weise, wie bunt Krebse sein können. Bei kleineren Arten, so zum Beispiel bei Planktonkrebschen, bewir- ken auch farbige — gelbe oder rote — Fettkugeln im Innern des Körpers oder der jeweilige grüne beziehungsweise blaue Darminhalt die Körperfärbung oder einen Teil von ihr.

Arten der Fortbewegung

Krebse bewegen sich entweder durch Schwimmen, Klettern, Schreiten oder Wühlen im lockeren Boden der Gewässer fort oder schweben passiv als Plankton. Zur aktiven Fortbewegung dienen den Höheren Krebsen vor allem die Schreitbeine (Peraeopoden) der Brustsegmente; hierbei ist der ursprüng- liche Typ des Krebsspaltfußes so umgewandelt, daß Stamm und Innenast die- ses Schreitbeines dem Laufbein einer Spinne oder eines Kerbtieres sehr ähn- lich sieht. Das erste Paar dieser Schreitbeine — nach den drei Paar Kiefer- füßen also das vierte Brustbeinpaar — trägt die Scheren, die demnach eine spätere stammesgeschichtliche Erwerbung darstellen und mit dem älteren Spaltfuß nichts zu tun haben.

Obwohl dieses Scherenbeinpaar überwiegend der Nahrungsaufnahme dient, kann man doch noch feststellen, daß es früher einmal ein Gehbeinpaar war. Wenn man einen Zehnfußkrebs aller Gehwerkzeuge oder seiner wichtigsten Beine beraubt oder wenn er selbst die Beine abwirft (Autotomie), versucht der Krebs, auf den Scheren zu gehen. Aus dem ursprünglichen Spaltbein der Niederen Krebse läßt sich aber durch entsprechende Verbreiterung des Außenastes auch ein Schwimmbein gestalten. Solche Schwimmbeine (Pleopo- den), zu denen Hinterleibspare der Rumpfreion umgewandelt sind, finden wir unter anderem bei Garnelen (s. S. 487) und Flohkrebsen (s. S. 502). Wegen ihrer flächigen Gestalt können sie auch der Atmung dienen; sie strudeln Atemwasser und zugleich Nahrungsteilchen herbei oder werden als dünnhäutige Gebilde selbst zum Sitz von Kiemen. Das letzte endständige Schwimmbeinpaar (die Uropoden) ist blattartig verbreitert und bildet mit dem Telson einen wirksamen Schwanzfächer; in Zusammenarbeit mit dem sich ruckartig krümmenden Hinterleib ermöglicht dieser Ruderschwanz eine wirksame Schwimmgeschwindigkeit nach rückwärts — eine überaus nützliche Fluchtreaktion.

Die Nahrung der Höheren Krebse reicht von kleinen pflanzlichen und

tierlichen Schwebeteilchen, die mit dem Atemwasserstrom herbeigestrudelt werden, über ebenso kleine Nahrungsbrocken aus dem Bodenschlick bis zu Algen, Früchten und größerer Nahrung, die der Krebs entweder als tote oder als lebende Beute ergreift. Dabei fällt den schon genannten Kieferfüßen eine wichtige Aufgabe zu, die man im Rahmen der Gesamttätigkeit aller übrigen Mundwerkzeuge sehen muß. Die ursprünglichen Mundwerkzeuge, das Oberkieferpaar (Mandibeln) und das erste und zweite Unterkieferpaar (erste und zweite Maxille), sind nämlich im Laufe der Stammesgeschichte immer weiter schlundwärts nach innen gerückt, und die nächstgelegenen Brustbeinpaare rutschten sozusagen nach. So folgen auf das zweite Unterkieferpaar von innen nach außen die ersten, zweiten und dritten Kieferfüße; den äußeren Abschluß dieses kompliziert erscheinenden und nur aus der Stammesgeschichte verständlichen Apparates bilden demnach die dritten Kieferfüße, deren breite Grundglieder (die des ehemaligen Spaltbeins der Niederen Krebse) dazu sehr geeignet sind. Denn nur in einer solchen geschlossenen Kammer können zum Beispiel Strandkrabben genießbare Teilchen aus dem aufgenommenen Schlick aussortieren.

Auch weiterhin muß die Nahrung auf dem Wege bis zur endgültigen Verdauung sortiert werden. Am Ende des Vorderdarms besitzen alle Höheren Krebse als kennzeichnendes Merkmal einen Kaumagen mit Chitinzähnen und hochentwickelten Reusen- und Filtersystemen. Sie sind nötig, denn sonst würden zahlreiche seitliche Aussackungen (Divertikel) des Vorderdarms und zum Teil auch des Mitteldarms, in denen ja letztlich die Aufnahme der zerkleinerten und verdauten Nahrung erfolgt, von groben Nahrungsteilen verstopft werden. Mit Hilfe der Filter gelangen die gröberen und unverdaulichen Brocken erst gar nicht durch das Siebssystem zahlreicher Borsten und Haare, sondern werden gleich in den Hauptkanal — den Mittel- und Enddarm — geleitet und dann ausgeschieden. Der Mitteldarm ist eigentlich nur der Mündungsort der zahlreichen Mitteldarm-Drüenschläuche; sie sondern Verdauungsenzyme ab, dienen aber auch der Nahrungsaufsaugung.

Die Endprodukte des Stoffwechsels werden mit Hilfe von Nierenschläuchen (Nephridialschläuchen) ausgeschieden; sie liegen aber nicht im Hinterleib, sondern in der Kopfgegend, wo sie mit einer Art Trichter in einem Rest der Leibeshöhle (Coelom) beginnen und dann als gewundener Gang schließlich am Grund der zweiten Antennen (bei den Zehnfüßkrebse) oder des zweiten Unterkieferpaares (bei den Asseln) nach außen münden. Bei den Süßwasserkrebse sind diese Nierenkanälchen länger als bei den Meeresbewohnern; denn die Antennen- beziehungsweise Maxillardrüsen regeln auch den Wasser- und Salzgehalt — offenbar ermöglicht ein längerer Nierenkanal eine bessere Regulation. Oft sind bei Süßwasserkrebse auch noch gekammerte Harnblasen, welche die Oberfläche vergrößern und die Regulation verbessern, in die Endstrecken dieser Harnkanälchen eingebaut. Selbstverständlich handelt es sich bei den Ausscheidungsstoffen in erster Linie um harnartige Verbindungen aus dem Eiweißstoffwechsel, also vor allem um Stickstoffabkömmlinge (Ammoniak, Ammoniumsalze und ähnliches). Ein Teil dieser Stoffe kann auch an den Kiemen ausgeschieden werden; und in jüngerer Zeit ist sogar die Körperbedeckung als Ausscheidungsorgan erkannt worden.

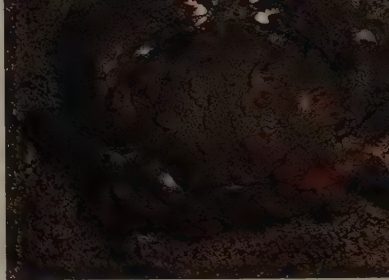
▷
Oben von links nach
rechts:

Panulirus ornatus,
ein indopazifischer Ver-
wandter unserer
heimischen Languste.
Die Gepäckträgerkrabbe
(*Ethusa mascaronae*)
»maskiert« sich, indem sie
verschiedene Tarnobjekte
über den Rücken hält.
Hier trägt sie ein Korallen-
ästchen.
Die Wollkrabbe (*Dromia*
vulgaris, s. S. 491)
versteht es, sich meister-
haft zu tarnen. Ihr
brauner »Pelz« ist
grünlich verschlammmt, auf
dem Rücken siedeln
einige rote Seescheiden
(*Dendrodoa grossularia*).

Oben Mitte, sämtliche
drei Bilder:
Hier wuchtet die Woll-
krabbe (*Dromia vulgaris*,
s. S. 491) sich einen
Schwamm auf den
Rücken, unter dem sie
schließlich fast ganz ver-
schwindet.

Unten:
Der Taschenkrebse
(*Cancer pagurus*, s. S. 492)
kann eine Breite von
30 cm und ein Gewicht
von 6 kg erreichen. Sein
Fleisch wird gern verzehrt.

▷▷
Die kleine, schön gezeich-
nete Harlekingarnele
(*Hymenocera picta*) nährt
sich ausschließlich von
Seesternen, die sie mit
ihren Scheren anbohrt
und Gewebestücke heraus-
reißt. Hier ist sie gerade
dabei, einen Seestern hoch-
zustemmen und umzu-
kippen.









<

Oben:

Reiter- oder Rennkrabbe
(*Ocypode*, s. S. 497).

Unten Mitte, von links
nach rechts:

Männchen der Winker-
krabbe (*Uca tangeri*,
s. S. 499). Mit der auf
einer Körperseite stark
vergrößerten Schere voll-
führt es beim Balzspiel
winkende Bewegungen.
Landkrabben, wie hier
Gecarcinus lagostoma
(vgl. S. 500), sind vom
Meer weitgehend unab-
hängig und suchen es nur
zur Fortpflanzung auf.
Die Wollhandkrabbe
(*Eriocheir sinensis*,
s. S. 500) hat ihren Na-
men von den dick
bepelzten Scheren der
Männchen. Ursprünglich
in China beheimatet,
wurde sie auch in unsere
Gewässer eingeschleppt.

Unten von links nach
rechts:

Dreieckskrabbe (*Pugettia
gracilis*) aus dem Pazifik.
Steinkrabben (vgl. S. 491),
wie diese *Lopholithodes*-
Art, sind keine echten
Krabben, sondern mit den
Einsiedlerkrebse ver-
wandte.

Auch der graue Porzellan-
krebse (*Porcellana platy-
cheles*) ist trotz seiner
Krabben-gestalt keine
Krabbe, er gehört zur
Familiengruppe der
Spring- oder Furchen-
krebse (*Galathea*).

<<

Manche Seepocken-Arten
(s. S. 466) besiedeln in oft
ungeheuren Massen, dicht
gedrängt nebeneinander-
sitzend, Hartböden der
Gezeitenzone, aber auch
Anlegeposten und Molen
wie auf diesem Bild.

Eng im Zusammenhang mit der Ernährung und dem Stoffwechsel steht auch die Atmung, deren Eingangsstelle entweder die innere Panzerwand (Kiemenhöhle) oder dünnhäutige Beinhänge (Epipodite), schließlich aber auch Teile der Körperdecke selbst sind. Die stetige Herbeiführung frischen Atemwassers bewirken die Leptostraken (s. S. 435) durch strudelnde Bewegung von Laufbeinen, die Zehnfüßkrebse durch ihr zweites Unterkieferpaar, die Fangschreckenkrebe und Asseln durch ihre Hinterleibsbeine.

Nun gibt es aber auch Strandkrabben, die zeitweilig zum Landleben befähigt sind. Bei ihnen ist die ausgezeichnet vor dem Austrocknen geschützte Kiemenkammer des Panzers ein voll ausreichendes Atemorgan, dem nur ständig Sauerstoff, also Frischwasser, zugeführt werden muß. Das bewirken diese Tiere durch dauerndes Umwälzen des Kiemenkammerwassers mit den Atemplatten (Scaphognathiten) des zweiten Unterkieferpaares; das Wasser tritt aus der Mundöffnung aus, läuft an der Bauchseite entlang, reichert sich dort mit Sauerstoff aus der Luft an und tritt an den Beinansätzen wieder in die Kiemenkammer ein. Bei sehr kleinen Krabbenarten würde die kurze Strecke an der Bauchseite wohl nicht ausreichen, um das Wasser genügend mit Sauerstoff zu beladen; deshalb leiten zum Beispiel die nur fliegengroßen Tropenkrabben der Gattung *Dotilla* den Atemwasserstrom über den Rücken. Bei ihnen befinden sich zur Verlangsamung und Oberflächenvergrößerung des Wasserfilms verschiedene Höcker- und Wulstgebilde auf dem Rückenpanzer, die den Gasaustausch bei dieser »Berieselungsatmung« verbessern.

Völlig zum Landleben übergegangen sind einige Asseln, die neben den manchmal erhalten gebliebenen echten Kiemen sogenannte »weiße Körperchen« besitzen. Es sind Verbreiterungen der Hinterleibsbeine, die mit dünnen Luftröhrchen (Tracheen) durchzogen sind. Anderen Höheren Krebsen, die man als »fast echte Luftatmer« bezeichnen kann, ist ein Aufenthalt von mehreren Stunden an der Luft möglich, so den Vertretern der Gattungen *Gecarcinus* und *Grapsus*. Umgekehrt ertrinkt zum Beispiel der Palmendieb (Gattung *Birgus*; s. S. 491) im Wasser nach etwa fünf Stunden, weil seine Atemkammer nur noch Kiemenreste enthält und eigentlich eine richtige Lunge darstellt.

Der Blutfarbstoff der Höheren Krebsen ist meist das Hämocyanin, das aber nicht an besondere Blutzellen gebunden, sondern in der wässrigen Blutflüssigkeit gelöst ist. Dennoch enthält die Krebs-hämolymphe Blutzellen (Hämozyten), die zum Teil wie die weißen Blutkörperchen höherer Tiere eingedrungene Fremdkörper durch Umfließen in sich aufnehmen (Phagozytose), zum Teil aber auch entscheidend am Gerinnungsvorgang beteiligt sind. Ein ursprünglich längliches, an der Rückenseite gelegenes Herz treibt die Blutflüssigkeit durch die offen im Körpergewebe endenden Gefäßreste (offener Kreislauf). Das durch die Gewebzwischenräume sickende Blut wird in der Erschlaffungsphase durch paarige Einstromöffnungen (Ostien) des Herzens wieder eingesaugt und erneut in die vor allem nach vorn und hinten führenden Hauptgefäßäste gepreßt. Bei manchen Krebsen (z. B. bei der Gattung *Mysis*; s. S. 501) sind die hirnnahen Gefäße mit einem zweiten Herzen (Stirnherz) versehen; dadurch wird eine bessere Versorgung des »Gehirns« (Unterschlundganglions) gewährleistet. Der Herzschlag ist unter an-

derem abhängig von der Körpergröße und der Temperatur. Er beträgt beim Flußkrebse hundert in der Minute.

Die starke Einlagerung von Kalksalzen in die ohnehin recht feste Chitinkörperdecke macht ein gleichmäßig fortschreitendes Wachsen der Tiere unmöglich. Das Wachstum erfolgt vielmehr in deutlichen Schüben, die jeweils in der weichhäutigen Phase nach den einzelnen Häutungen liegen. Diese Häutungen sind ein gutes Beispiel für die gerade bei Krebsen so ausgeprägten hormonalen Vorgänge. Die Drüsen mit innerer Absonderung (inkretorische Drüsen), welche diese Vorgänge steuern, sind zum Teil Abkömmlinge des Nervensystems und liegen als neurosekretorische Zellinseln im Augenstiel der Zehnfußkrebse (X-Organ, Sinusdrüse), deren Absonderung die Vorgänge der Häutung, der Chitinbildung und des Farbwechsels steuert (Chromatophorotropine). Zum hormonalen Wechselspiel der Häutungsvorgänge trägt auch das nichtneurosekretorische Y-Organ bei, das in der Nähe der Oberhaut des zweiten Unterkieferpaares oder der zweiten Antenne liegt und dessen Absonderung die Häutung fördert.

Schließlich sind im Jahre 1954 auch Drüsen mit innerer Absonderung in Form von männlichen Geschlechtsdrüsen (androgenen Drüsen) bei Flohkrebse (Strand-Amphipoden; s. S. 502) entdeckt worden; man fand sie danach auch bei anderen Höheren Krebsen. Sie liegen am Samenausführgang; wenn man sie in ein Weibchen überpflanzt, wandelt es sich zum Männchen um; also enthalten sie wohl echte Geschlechtshormone. Von weiteren hormonartigen Absonderungen ist bei Höheren Krebsen noch zuwenig bekannt, aber zahlreiche andere Lebensvorgänge (z. B. der Kohlenhydratspiegel der Blutflüssigkeit, die Kalzium- und Wasseraufnahme der Gewebe) werden mindestens zum Teil von Drüsen mit innerer Absonderung gesteuert.

Der vielgestaltigen Körperform und der Verschiedenartigkeit der Lebensweisen, die wir bei den Höheren Krebsen antreffen, entsprechen auch die meist außerordentlich entwickelten Sinnesorgane und die davon abhängigen Verhaltensleistungen. Besonders deutlich zeigt sich das am Gesichtssinn. Hier denkt jeder, der sich ein bißchen näher mit Krebsen beschäftigt hat, sofort an die bekannten Stielaugen mancher Krabben. So besitzt die Rennkrabbe *Ocypode ceratophthalmus* auf jedem Augenstiel bis zu dreißigtausend Einzelaugen (Ommatidien). Daneben gibt es aber auch viel »bescheidenere« Sehorgane. Ein Komplexauge der Kellerrassel (Gattung *Porcellio*) enthält nur zwanzig bis dreißig Einzelaugen, das der Strandkrabbe *Carcinus maenas* etwa siebentausend. Demgegenüber finden wir beim unpaaren Mittel- oder Naupliusauge der Larven nur wenige Augenbecher (Pigmentbecher) mit je etwa zwanzig Sehzellen; bei wenigen Arten (Notostraca; s. S. 441) kann ihre Zahl bis auf zweihundert je Pigmentbecher ansteigen. Infolge ihres einfachen Baues und der geringen Zahl von Einzelaugen ist die Sehschärfe der Larven nur gering; die Naupliusaugen können allenfalls der Wahrnehmung von Helligkeitsunterschieden und der Einfallsrichtung des Lichtes dienen. Gerade diese beiden Lichteigenschaften aber spielen im planktonischen Leben der Larven eine entscheidende Rolle; denn in ihrem Lebensraum bedeuten Helligkeit und Lichteinfallsrichtung zugleich »oben«; sie sind also das entscheidende Orientierungsmerkmal.

Wachstum

Drüsen mit
innerer Absonderung

Sinnesorgane

Auch die Komplexaugen der erwachsenen Krebse nehmen nicht nur Farben und Formen wahr, sondern helfen den Tieren auch, sich nach dem Licht zurechtzufinden. Viele Höhere Krebse können sich nach dem Stand beziehungsweise dem Lauf der Sonne — und vielleicht auch des Mondes — in ihrem Lebensraum orientieren; dadurch ist es ihnen möglich, nach Wanderungen zur Nahrungsaufnahme oder bei Landkrabben zum Absetzen der Larven wieder in den ursprünglichen Lebensraum zurückzukehren. Das ist zum Beispiel bei Winkerkrabben (s. S. 497) und anderen Formen der Fall. Dabei nutzen die Tiere — wie dies zuerst bei der Honigbiene (s. Band II) bekanntgeworden ist — bei verdeckter Sonne auch die Schwingungsrichtung des polarisierten Himmelslichtes zum Zurechtfinden im Gelände aus. Auch Landmarken spielen als Ortungshilfen eine wichtige Rolle.

Gewöhnlich aber dienen die Einzelaugen der Komplexaugen wohl vornehmlich der Wahrnehmung von Helligkeit, Farben und Formen der Umgebung. Sie haben ein Gesamtfeld von dreihundertsechzig Grad in der waagerechten Ebene, können also völlig »rundum« sehen. Zahlreiche Krebse, die sehr verschiedenen Entwicklungsstufen angehören, sind sogar »farbtüchtig«. Man hat dies in der optomotorischen Drehtrommel beweisen können, einem Apparat, in dem sich farbige, physikalisch gleich helle Streifen um das ruhende Tier drehen. Sie bewirken nur dann ein reflexartiges (optomotorisches) Mitdrehen der Augensiele oder des ganzen Körpers, wenn die Tiere die Farbstreifen sehen. In einer solchen Drehtrommel mit verschiedenen Graustreifen läßt sich auch die Wahrnehmungsfähigkeit für Helligkeitsunterschiede ermitteln. Die Mittelmeer-Flußkrabbe *Potamon* kann zum Beispiel noch geringe Helligkeitsunterschiede von nur zwei vom Hundert wahrnehmen.

In gleicher Weise läßt sich auch die oft ausgezeichnete Wahrnehmungsfähigkeit für Formen feststellen, also die Sehschärfe; hierbei sprechen Krebse gut auf bewegte Sehdinge an. Verschiedene Strandkrabben der Gattung *Potamon* erwiesen sich als außerordentlich leistungsfähig: Sie reagierten noch auf Sehdinge, die ihnen unter einem Winkel von etwa einer Minute erschienen; zum Vergleich: Die menschliche Sehschärfe beträgt etwa die Hälfte dieses Winkels, ist also doppelt so gut. Manche Höheren Krebse nehmen auch ruhende Dinge wahr; und Einsiedlerkrebse, Winkerkrabben und andere richten ihre Bewegungs- und Orientierungsweisen oft nach solchen Gegenständen in ihrer Umgebung aus.

Großer Fluchtabstand

Alle diese Leistungen des Gesichtssinnes führen dazu, daß die höchstentwickelten Zehnfußkrebse ihre Umgebung außerordentlich aufmerksam beobachten — man möchte sagen, in »Vogelmanier« —, so daß ihr Fluchtabstand meist sehr groß ist. Kuhreiher, die in acht Meter Entfernung vorbeifliegen, bringen indische Winkerkrabben von vier Zentimeter Panzerbreite zur Flucht; und die europäische Winkerkrabbe *Uca tangeri* nimmt einen 1,80 Meter großen Menschen noch in neunzehn Meter Entfernung wahr. Auch die Erkennung des Geschlechtspartners beruht bei manchen Landkrabben auf dieser guten Sehfähigkeit.

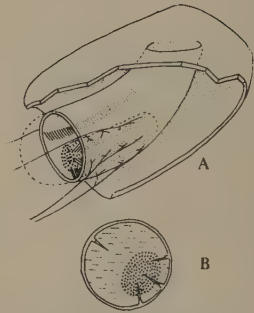
Krebse aus tieferen Gewässern oder gar Höhlen haben weniger gute Augen; bei ihnen übernehmen die Tast- und Erschütterungssinne oft die entschei-

dende Rolle für die Wahrnehmung der Umweltdinge. Der Tastsinn ist vornehmlich an die ersten und zweiten Antennen gebunden; aber auch an den Mundwerkzeugen, den Scheren, den Laufbeinen und am Hinterleib bewirken Tasthaare eine ausgezeichnete Empfindlichkeit für Berührungsreize. Zum Teil können diese Reize auch vom eigenen Körper ausgehen; sie melden also etwa die Stellung von Scheren und Beinen in bezug auf den Körper. Solche Organe (Proprioceptoren) befinden sich als Büschel von Sinneshaaren an den zahlreichen Gelenken oder als innen ausgespannte Sinneszellen in den Gelenken selbst. Diese Stränge ausgespannter Sinneszellen dürften auch die Grundlage des Erschütterungssinnes sein, der bei Strandkrabben hoch entwickelt ist. Bei den Winkerkrabben hat sich aus diesem Erschütterungssinn (Vibrationssinn) heraus ein echtes Mitteilungssystem entwickelt — ein regelrechter »Klopf-Code«.

Zu den mechanischen Sinnen gehören auch die Organe der Schwerewahrnehmung, also der Lage im Raum, und der Drehbewegung. Einstülpungen der Körperdecke bilden bläschenartige Höhlungen an verschiedenen Stellen des Körpers. Bei den Zehnfußkrebsen befinden sie sich am Grund der ersten Antennen, bei manchen Flohkrebsen am Kopf, bei den oft in der Hoch- oder Tiefsee lebenden *Mysis*-Verwandten (s. S. 501) im Schwimmbeinpaar des Schwanzfächers und bei einigen Asseln im Telson des Schwanzfächers. Diese Schwere- beziehungsweise Lagesinnesorgane (Statozysten) besitzen einen Schwerestein (Statolith), der auf einem Sinneszellpolster befestigt ist; er belastet je nach der Lage des Tieres im Raum verschiedene Sinneshaare verschieden stark und zeigt dem Tier so seine Lage an. Das Innere dieser Organe ist mit Außenwasser gefüllt; und bei jeder Häutung stößt das Tier den Schwerestein mit ab. Er kann entweder vom Krebs selbst stammen und muß demzufolge nach der Häutung neu gebildet werden; es kann sich aber auch um ein Sandkörnchen, ein Schalenstückchen oder einen ähnlichen Gegenstand handeln, den das Tier von außen in die Höhle des Schweresinnesorgans befördert. Bringt man zum Beispiel eine frisch gehäutete Garnele auf Eisenfeilspäne, so stopft sich das Tier Eisenteilchen als Schwerestein in die Statozyste; man kann dann mit Hilfe eines Magneten die Lagewahrnehmung der Garnele täuschen, weil die Eisenfeilspäne dem Magnetfeld und nicht nur dem Erdschwerefeld unterliegen.

Neben den hakenförmigen Sinneshaaren, die mit den Schweresteinen verklebt sind, gibt es in den meisten Schwere- beziehungsweise Lagesinnesorganen auch noch fadenförmige Haare; sie ermöglichen durch die Massesträgheit der Flüssigkeit in der Statozyste — ähnlich wie in unserem Ohr-labyrinth — die Wahrnehmung von Drehbewegungen des Tieres. Darüber hinaus wird auch der Spannungszustand der Muskeln von den Statozysten aus mitversorgt.

Für die chemischen Sinne — also vor allem für den Geruchs- und Geschmackssinn — ist bei den Höheren Krebsen auf den ersten Antennen oft eine große Anzahl von schlauchartigen Sinneszellen (Aesthetasken) angeordnet; sie sprechen mindestens auf Stoffe an, die im Wasser gelöst sind, vielleicht aber auch auf Luftdüfte. Außerdem befinden sich Geschmacksorgane an den Enden der Gehbeine und an den Mundwerkzeugen.



Grundglied der ersten Antenne eines Hummers: A aufgeschnitten, B das Sinnessäckchen quer. Die drei Sinneshaar-Reihen mit Sandkörnchen dienen dem Schweresinn, die von Wasser umgebene einfache Sinneshaar-Reihe dem Drehsinn.

Nervensystem

Die Arbeit dieser sehr leistungsfähigen Sinnesorgane wird durch das Nervensystem aufeinander abgestimmt; es zeigt bei den Höheren Krebsen noch Anklänge an den Urtyp des Nervensystems der Gliedertiere, zu denen ja auch die Gliederwürmer (s. S. 361) gehören. So weist zum Beispiel das Nervensystem des Flußkrebsses noch ganz eindeutig darauf hin, daß es von einem gegliederten Bauplan herkommt; denn von einem Längsstrang verlaufen seitliche Abzweigungen in stets etwa gleichen Abständen. Den am stärksten abgewandelten Fall bilden hier die Krabben; bei ihnen sind mehrere solcher Segmentabschnitte zu einheitlichen Nervenknoten (Ganglienknoten) verschmolzen, die vor allem als Unterschlundganglion die Nervenversorgung der Mundwerkzeuge gewährleisten. Ein entsprechender, meist kleinerer Nervenknoten oberhalb der Mundöffnung ist den Komplexaugen und Antennen zugeordnet; er hat bei den Höheren Krebsen die gleiche Entwicklungshöhe wie bei den Kerbtieren erreicht. Dadurch wurde vor allem der Gesichtssinn mit drei »Hirn«-Zentren (Lamina ganglionaris, Medulla externa und Medulla interna) außerordentlich leistungsfähig. Auch ein »Riechzentrum« ist ausgebildet; in ihm münden die ableitenden Fasern der chemischen Sinnesorgane der ersten Antenne. Außerdem besitzen die Krebse ein Nervenetz unter der Oberhaut, das zum Beispiel die Reizaufnahme durch die Tasthaare ermöglicht.

Die gute Leistungsfähigkeit dieses Nervensystems erklärt manche überraschend hochstehenden Verhaltensweisen, so die Orientierung, den Beutefang und die Balz. Bezeichnend dafür sind einige Meßdaten, die man über die Reizleitungsgeschwindigkeit des amerikanischen Flußkrebsses *Orconectes* zusammengestellt hat. In den zwei Paar Riesen-Nervenfasern dieses Krebses kann die Erregung mit zwanzig Meter/Sekunden von vorn nach hinten laufen und so den raschen Schwimmschlag des Hinterleibes ermöglichen, der für eine meist erfolgreiche Flucht nötig ist. Ein so gutes Nervensystem ermöglicht mancherlei Verhaltensleistungen, die nicht nur an die der Insekten, sondern sogar an die der Vögel erinnern; das zeigt sich zum Beispiel im Balzverhalten mancher Krabben (s. S. 498).

Fortpflanzungsorgane

Die Fortpflanzungsorgane der Höheren Krebse bestehen aus den meist paarigen Eierstöcken und Hoden, die oberhalb oder neben dem Darm in der Brustregion liegen; sie besitzen oft drüsige Ausführungsgänge, die den Kitt zum Anheften der Eier oder für den Zusammenhalt der Samen in der Samenpatrone (Spermatophor) liefern. Bei der Begattung halten die Männchen ihre Weibchen mit den Scheren fest, und besonders umgestaltete Schwimmbeine dienen als männliche Begattungsorgane. Die Vereinigung von Eiern und Samen erfolgt erst einige Zeit nach der Paarung, wenn sich die gallertige Umhüllung der Samenpatronen im Eierstock, im Eileiter oder in besonderen Bruträumen auflöst und den Samen für die eigentliche Befruchtung freilegt. Oft ist das Balz- und Begattungsverhalten an bestimmte Jahreszeiten und Mondphasen — im letzteren Fall also an die Gezeiten — gebunden; damit wird eine bessere Verteilung der später schlüpfenden Larven oder überhaupt deren Absetzen in die Hochfluten erreicht. Die Samen zeigen manchmal einen höchst bemerkenswerten Bau und einen Eindringmechanismus, der bei den Hummern und Einsiedlerkrebse einen Sprengstift aufweist;

mit Hilfe dieses Sprengstiftes wird der Inhalt der Samenpatronen explosionsartig in das Ei befördert.

Nach vollzogener Befruchtung treten die Eier aus der Geschlechtsöffnung. Die meisten Höheren Krebse treiben eine Art Brutpflege; sie heften die Eier am eigenen Körper fest, bis die Larvenentwicklung genügend weit fortgeschritten ist. So befestigen die Zehnfußkrebse ihre Eipakete an den Hinterleibsbeinen, die Fangschreckenkrebse tragen sie zwischen den Kieferfüßen, und die hochseebewohnenden Leuchtkrebse (s. S. 485) führen sie an den Brustbeinen mit.

Die Keimlingsentwicklung beginnt mit einem Furchungstyp, der an den der Gliederwürmer erinnert. Auch die Reihenfolge, in der sich die einzelnen Körperteile des Keimlings bilden, entspricht dieser Verwandtschaft; wie bei den Gliederwürmern bilden sich auch bei den Krebsen die ersten Körpersegmente gleichzeitig, die folgenden aber nacheinander. Ein weiteres Kennzeichen der Keimlingsentwicklung weist ebenfalls auf die Gliederwürmer hin; während sich die hinteren Körpersegmente durch eine Art Sprossung von den vorderen absondern, erfolgt in den vordersten Körperstellen bereits die Ausbildung der Organe. Allerdings finden wir bei den Krebsen nicht die kennzeichnende, mit Zellschichten ausgekleidete sekundäre Leibeshöhle (Coelom) in zusammenhängender Form, sondern kleine Partien davon, die zwischen den Körpergeweben verteilt sind (Mixocoel).

Die ursprüngliche Entwicklung besteht also in der Ausbildung verschiedener Larvenformen, die von Stufe zu Stufe durch Zuwachs von Körperringen immer verschiedener werden (Anamerie). Die erste frei schwimmende Larve ist der Nauplius, zum Beispiel bei Leuchtkrebsen und manchen urtümlichen Zehnfüßern; er besitzt die drei ersten Gliedmaßenpaare — die erste und zweite Antenne und das Oberkieferpaar —, weitere Körpersegmente fehlen ihm (s. S. 434). Diese Larvenform ist zum Schweben und Schwimmen sehr geeignet; sie sorgt für die Ausbreitung der betreffenden Art. Mit dem Erscheinen zusätzlicher Segmente wird die Larve zum Metanauplius (s. S. 434) und dann zur Protozoa und zur Zoa (s. unten), aus der dann schließlich der mit allen Organen versehene Krebs entsteht.

Ein von dieser Form abgeleiteter Entwicklungsverlauf findet sich bei den stark brutpflegenden Krebsen; hier entsteht bereits im Ei ein beinahe fertiger Jungkrebse, der nach dem Verlassen der Eihülle nur noch an Größe zunimmt und die Geschlechtsorgane ausbildet (Epimerie). Je weiter diese Entwicklung im Ei fortgeschritten ist, desto günstiger sind offenbar die Aussichten zum Überleben; denn damit entfällt eine ausgedehnte Planktonzeit mit all ihren Gefahren. So legen die Flußkrebse, die sich auf solche Weise epimer entwickeln, nur etwa zweihundertfünfzig Eier, während die Krabben, aus deren Eiern Larven schlüpfen (anamere Entwicklung), einige hunderttausend Eier hervorbringen. Zur Erleichterung der Schwebephase besitzen die Zoalarven meist verschiedene Fortsätze, Rückenhörner und ähnliche Gebilde, an denen man ihre Artzugehörigkeit erkennen kann. Oft lassen sich bis zu fünf Zoeastufen bei einer einzigen Art unterscheiden; sie liefern dann endlich das sogenannte Megalopastadium — eine Larve, die nicht mehr frei schwebend, sondern in Boden- oder Ufernähe lebt. Aus ihr entsteht dann

Keimlingsentwicklung

Entwicklungsverlauf
brutpflegender Krebse

die erste kleine Krabbe, die nach mehreren Häutungen zum ausgewachsenen Krebs wird; bei den meisten Arten wächst er allerdings zeitlebens weiter.

Häutungen

Wie bereits geschildert, werden die Häutungen, die zu diesem Dauerwachstum nötig sind und auch zwischen den einzelnen Larvenstadien erfolgen, hormonal gesteuert. Dazu gehört unter anderem die Ausbildung eines neuen Panzers unter dem alten. Dabei werden dem alten Panzer viel Chitin und Kalk entzogen, indem diese Stoffe zum Teil in die Blutflüssigkeit (Hämolymph) aufgenommen werden. Unter dem Einfluß eines Hormons (des Ecdyson), das auch bei anderen Gliederfüßern die Häutung bewirkt, streift der Krebs die alte Haut (Exuvie) ab, spannt unter Aufnahme von Wasser die neue Haut aus ihrem meist faltigen, weil »zu großen« Zustand, und wächst nun erst in sie hinein. Selbst verlorengegangene Gliedmaßen kann das Tier währenddessen teilweise erneuern, bis sie dann im Laufe mehrerer Häutungen ganz wieder hergestellt sind. Manche Scheren- und Gehbeine der Krebse besitzen nämlich echte »Sollbruchstellen«, die Tiere überlassen auf diese Weise angreifenden Feinden solche Körperteile mehr oder weniger freiwillig (Selbstverstümmelung oder Autotomie). Ist der Wachstumsschub beendet, so wird der vorübergehend weichhäutige »Butterkreb« durch Aushärtung von Chitin (Sklerotisierung) und Einlagerung von Kalk innerhalb von zwei bis drei Wochen erneut der gepanzerte, aber größer gewordene Ritter von früher. Den dazu benötigten Kalk entnimmt der Krebs meist über die Kiemen dem Außenwasser; die Kalkbrocken im Magen (»Magensteine« oder »Hummersteine«, Gastrolithe) leisten dazu nur einen sehr geringen Beitrag.

Alter der Höheren Krebse

Höhere Krebse können recht alt werden. Das sehen wir schon bei unseren weithin bekannten Hummern, unter denen wir Einzeltiere mit mehr als handgroßen Scheren und Körperlängen von gut einem halben Meter finden. Tatsächlich sind Hummer im Aquarium schon fünfundzwanzig bis dreißig Jahre alt geworden; sogar unser Flußkreb wird über zwanzig Jahre alt, obwohl er bereits mit drei bis vier Jahren geschlechtsreif ist. Der europäische Flußkreb kann bis zu zwanzig Zentimeter lang und etwa 135 Gramm schwer werden, während sein nach Europa gebrachter amerikanischer Verwandter (*Orconectes*; s. S. 490) allenfalls dreizehn Zentimeter Körperlänge erreicht und entsprechend leichter bleibt.

Die unterste Gruppe der Höheren Krebse sind die LEPTOSTRAKEN (Ordnung Leptostraca; GL 0,6–4 cm). Ihr muschelartiger Panzer um Kopf und Rumpf hat es lange Zeit schwierig gemacht, sie systematisch einzuordnen. Auch die Schwanzgabel (Furca) am Schwanzfächer ist ein Merkmal, das bei den übrigen Höheren Krebsen nicht mehr auftritt. Mit Ausnahme von *Nebaliopsis typica*, die in etwa hundertfüßig Meter Tiefe schwimmend lebt, sind die Leptostraken Bewohner der Meeresböden vom Flachufer bis zu etwa vierhundert Meter Tiefe; dort sortieren sie mit Hilfe von Filterborsten organisches Zerreibsel aus dem Bodenschlick. Die NEBALIEN (Gattung *Nebalia*) leben im Atlantik, im Mittelmeer und in den nördlichen Meeren, während *Nebaliopsis* in der Nähe des Äquators gefunden wird. Ihre Eier entlassen die Nebalien frei ins Wasser, sie treiben also keine Brutpflege.

Wegen ihres auffälligen Aussehens werden die MUNDFÜSSER (Ordnung Stomatopoda) auch Heuschreckenkrebe oder Fangschreckenkrebe genannt.

In der Tat erinnert der Körperbau des Fangschreckenkrebses *Squilla mantis*, den man auf manchen Fischmärkten Spaniens und Italiens findet, an eine Gottesanbeterin (s. Band II). Der stark betonte Hinterleib mit dem kräftigen Schwanzfächer erlaubt diesen Krebsen bei Gefahr ruckartige und rasche Schwimmstöße, während sie gewöhnlich mit den mehr blattförmigen Schwimmbeinen eher gemächlich und gleichmäßig einherschwimmen. Vielleicht hat eine augenartige Zeichnung auf dem Schwanzfächer eine Bedeutung für den Zusammenhalt in der Gruppe; sie ist ein »Rücklicht« als Erkennungssignal.

Aber auch zu Fuß sind die Mundfüßer ganz geschickt; denn sie wohnen in Spalten oder selbstgegrabenen Höhlen. Ihre Nahrung besteht aus Garnelen, Fischen und Weichtieren, die sie wie die Gottesanbeterin mit dem klappmesserartigen Fangfuß — hier dem zweiten Kieferfuß — blitzschnell ergreifen und aus dessen stachelbewehrtem Griff es kein Entrinnen gibt. Auch die drei folgenden Beinpaare — die Brustbeine — haben ähnliche, allerdings kleinere Klauenmesser. Der wie bei der Gottesanbeterin bewegliche Kopf besitzt leicht gestielte Komplexaugen und — unter Höheren Krebsen eine Seltenheit — beim erwachsenen Tier das Naupliusauge der Larven. Der Fangschreckenkrebs *Squilla mantis* (GL etwa 20 cm; Abb. S. 451 u. vgl. Abb. S. 459) legt rund fünfzigtausend Eier, die das Weibchen miteinander verkitet und dann ungefähr zehn Wochen zwischen den Greifbeinen mit sich herumträgt. So ist für stets gute Belüftung durch frisches Wasser gesorgt; allerdings muß solch ein Muttertier in dieser Zeit wohl ohne Nahrung auskommen. Weit größer ist *Squilla raphidea* (GL 33 cm) aus dem Indopazifik. Einige kleinere Mundfüßerarten (*Gonodactylus*) leben auf Korallenriffen, wo sie sich zum Teil von Seerosen ernähren sollen.

Allen Mundfüßern ist ein urtümliches Herz eigen, das sich durch Brust und Hinterleib als langes Rohr erstreckt. Es weist in segmentalen Abständen Schlitzventile zum Ansaugen der Blutflüssigkeit auf.

In der Überordnung der SYNCARIDEN (Syncarida; GL höchstens 5 cm) fassen wir neben einigen fossilen Gruppen und den »lebenden Fossilien« der Ordnung Anaspidacea auch die kleinsten Höheren Krebse, die BATHYNELLACEEN (Ordnung Bathynellacea), zusammen. Sie sind gleichfalls in der Bauart ihrer Körperringe noch urtümlich; denn bei ihnen ist der Kopf meist noch nicht mit den folgenden Segmenten verschmolzen. Obwohl es sich bei ihnen um recht kleine Tiere handelt, sind sie doch sehr aufschlußreich für die stammesgeschichtliche Entwicklung der Höheren Krebse. Schon etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatten Paläontologen syncaridenartige Krebse aus Süßwasserablagerungen der Perm- und Karbonzeit geborgen. Als dann im Jahre 1892 ähnliche Formen lebend aus Süßgewässern Tasmaniens bekannt wurden, war diese Entdeckung in Fachkreisen eine ähnliche Sensation wie die der »Urschnecke« (des Napfschalers *Neopilina*; s. Band III, S. 47 ff.) und des Quastenflossers *Latimeria* (s. Band V, S. 269). Nachdem diese lebenden Fossilien bekannt wurden, musterte man auch die Schwemmlandgebiete und unterirdischen Sandlückensysteme der übrigen Welt; man fand und findet dort auch heute noch weitere Syncariden.

Den Syncariden fehlt ein Rückenpanzer (Carapax) — wohl als sekundäre

Ordnung Mundfüßer

Die kleinsten
Höheren Krebse

Anpassung an die versteckte Lebensweise am oder im Boden. Einige Besonderheiten dieser unscheinbaren, aber stammesgeschichtlich so bedeutungsvollen Überordnung seien noch genannt. Aus der Ordnung der ANASPIDA-CEEN (Anaspidacea) kleben die Angehörigen der Gattung *Anaspides* aus Australien ihre einen Millimeter großen Eier einzeln an feste Gegenstände ihres Lebensraumes und überlassen sie sich selbst. Aus ihnen schlüpft unter Umgehung der Larvenstufen ein Jungtier, das bereits dem erwachsenen Tier gleicht.

Die BATHYNELLACEEN (Ordnung Bathynellacea; GL nur 0,5–2 mm), diese winzigsten Höheren Krebse, leben im Sandlückensystem von Grundwasserströmen, das oft weitläufige Verbindungen durch ganze Erdteile hindurch zu haben scheint. Auch im Bodensand von Brunnen kommen sie manchmal zum Vorschein; und selbst im tiefen Baikalsee gibt es zwei Arten. Die kleinsten Vertreter finden wir in den Gattungen *Leptobathynella* und *Thermobathynella*. Bemerkenswert ist die von Fundort zu Fundort beachtliche Aufspaltung in zahlreiche Formen – geographische Unterarten und Arten –, was wohl durch die jeweils verschiedenen Bedingungen der Lebensräume verständlich wird. So kann *Thermobathynella adami* selbst in zentralafrikanischen Quellen, in denen eine Hitze von fünfundfünfzig Grad Celsius herrscht, lebensfähig bleiben.

Zu den bekanntesten Krebsen überhaupt gehören viele Vertreter der EUCARIDEN (Überordnung Eucarida), deren wichtigste Ordnungen die Leuchtkrebse (Euphausiacea; s. S. 485) und die Zehnfüßer (Decapoda; s. S. 486) sind. Ihr Carapax ist meist groß; die Sinnesorgane sind hoch entwickelt. So befinden sich die Komplexaugen (s. S. 479) stets auf beweglichen Stielen.

Ordnung Leuchtkrebse

Obwohl die LEUCHTKREBSE (Ordnung Euphausiacea; GL 4–6 mm) fast garnelenartig anmuten, sind sie sofort von den zu den Zehnfüßern zählenden Garnelen an ihrem spitzen und mit Borsten versehenen Schwanzende zu unterscheiden. Ihre seitlichen Kiemen sind nicht vom Panzer bedeckt, wie dies bei den Zehnfüßern der Fall ist. Ferner besitzen sie nicht die bei Zehnfüßern stets ausgeprägten Kieferfüße. Die meisten Leuchtkrebse sind echte Hochseetiere; dort bevölkern sie in oft riesigen Schwärmen von manchmal fast hundert Millionen Einzeltieren je Schwarm bestimmte Wasserzonen. Diese Gebiete zeichnen sich durch eine große Einheitlichkeit von Temperatur und Salzgehalt aus, und die betreffenden Leuchtkrebsarten sind so eng an den jeweiligen Wassertyp angepaßt, daß sie bei Verdriftungen in Zonen, in denen andere Temperaturen und ein anderer Salzgehalt herrschen, zugrunde gehen oder sich dort nicht mehr fortpflanzen können.

Der Zusammenhalt der riesigen Schwärme wird möglicherweise durch Leuchtsignale aufrechterhalten, die von den – meist zehn – Leuchtorganen abgestrahlt werden. Diese Organe liegen am Grunde der Augenstiele, an den zweiten und siebenten Brustbeinen und den ersten vier Hinterleibsringen. Durch Nerventätigkeit werden sie zum sekundenlangen Leuchten gebracht; ein zentraler Streifenkörper stellt hierbei eine Art »Glühbirne« dar, dessen Leuchtstoff ähnlich wie bei den Leuchtkäfern (s. Band II, S. 218) zwei Bestandteile hat, die erst beim Zusammenwirken die Aussendung des Lichtes ermöglichen. Zurückstrahlende Zellagen hinter der »Glühbirne« und eine

Sammellinse vor ihr dienen zur Verbesserung der Leuchtwirkung, deren Aufgabe im einzelnen noch unerforscht ist.

Selbstverständlich sind die schwarmbildenden Leuchtkrebse eine ideale und leicht erreichbare Nahrungsquelle für manche Hochseebewohner, zum Beispiel für Heringe, Sardinen und andere Fische. Aber sogar die riesigen Blauwale und Finnwale (s. Band XI) ernähren sich manchmal ausschließlich von den doch recht winzigen Leuchtkrebsen. Beim gewerblichen Walfang ist das Auftreten von Leuchtkrebsschwärmen geradezu ein Hinweis auf gute Walfanggebiete.

Die meisten Leuchtkrebse ernähren sich filternd von tierlichen und pflanzlichen Schwebewesen; mit ihnen vollführen sie oft tägliche Auf- und Abbewegungen, die vom Lichtangebot abhängig sind. Man trifft sie also nachts in der Nähe der Oberfläche, tagsüber aber manchmal in mehreren hundert Meter Tiefe an. Das läßt sich durch Echolotung feststellen, bei der die Leuchtkrebse als »Streuschicht« den Schall zurückwerfen. Obwohl in diesen Tiefen noch Spuren des Sonnenlichts nachweisbar sind, könnte die Leuchtfähigkeit gerade hier günstig zur Wirkung kommen. Wie bei den Leuchtkäfern, so gehört auch bei den Leuchtkrebsen das Leuchten selbstverständlich zur »kalten« Lichtart; es ist also demnach ein kurzwelliges Grün oder Blau. Ob die Lage der Leuchtorgane auch den Körperumriß verwischt, also als Tarnung gegen Feinde dient, ist noch unklar.

Zum sogenannten »Krill« der Walfänger gehören die wichtigsten Vertreter der Leuchtkrebse. *Euphausia superba* bewohnt die kalten Meere, *Meganyciphanes norvegica* den Rand des Golfstromes von Norwegen; ferner seien hier noch die Gattung *Nematoscelis* und die sich von Tieren ernährende Gattung *Stylocheiron* genannt. Die letztere hat komplizierte Augen, deren eine Partie für die Sicht nach oben und deren andere für die Seitensicht dient; beide sind deutlich voneinander getrennt.

Der Artenreichtum der ZEHNFUSSKREBSE (Ordnung Decapoda) nähert sich dem der Vögel; denn wir kennen bis jetzt rund 8500 Arten. Die langschwänzigen Formen, wie der Flußkrebs, lassen sich von den kurzschwänzigen, wie der Strandkrabbe, unterscheiden; und zwischen beiden vermitteln die Mittelkrebse, deren noch mit Schwimmbeinen versehener Hinterleib meist gekrümmt unter den Vorderkörper gehalten wird (z. B. der tropische Maulwurfskrebs *Thalassina* und die Einsiedlerkrebse). Wir unterscheiden fünf Unterordnungen: 1. Garnelenartige Langschwanzkrebse (Natantia; s. unten), 2. Ritterkrebse (Reptantia; s. S. 488), 3. Eigentliche Langschwanzkrebse (Astacura; s. S. 489), 4. Mittelkrebse (Anomura; s. S. 490), 5. Echte Krabben (Brachyura; s. S. 491).

Die einfachsten Zehnfußkrebse sind die GARNELENARTIGEN LANGSCHWANKREBSE (Unterordnung Natantia) mit etwa zweitausend Arten, die alle möglichen Lebensräume zwischen Tiefsee und Süßwasser bewohnen, hauptsächlich aber Meerestiere sind. Ihr Körper ist meist seitlich abgeflacht, und sein ziemlich langer Hinterleib trägt einen Schwanzfächer. Dennoch halten sich die Garnelen gern am Boden auf, wo sie auf fünf Gehbeinpaaren einherstellen oder sich sogar ganz in den weichen Boden einwühlen. Dabei bilden die längs aneinandergelegten ersten Antennen zuweilen ein Rohr für das Atem-

Ordnung
Zehnfußkrebse

Unterordnung
Garnelenartige
Langschwanzkrebse

wasser, so bei der Gattung *Solenocera* aus dem Mittelmeer. Der gleichen Vorrichtung bedienen sich die Krabben *Emerita* und *Albunea*, während die Krabbe *Corystes* zum selben Zweck ihr zweites Antennenpaar benutzt.

Eine an der Ostküste Nordamerikas und im Karibischen Meer gewerbsmäßig gefangene Garnele ist *Penaeus setifer* (GL bis 20 cm). Ihr Hinterleib wird unter der Bezeichnung »Krabbenschwanz« als Konservenware weltweit gehandelt. Auch die »Krebsschwänze« Südamerikas, Australiens und des Mittelmeeres stammen oft von verwandten *Penaeus*-Arten, in Italien zum Beispiel von *Penaeus trisulcatus*. Manche Garnelengattungen sind fast ausschließlich Tiefseetiere, so unter anderen *Pandalus borealis* im Nordatlantik; andere hinwiederum sind an die Strandzonen gebunden, unter ihnen die rund zweihundert Arten der Gattung *Hippolyte* (Abb. S. 459). Ihrem Artnamen macht *Hippolyte varians* (»veränderlich«) alle Ehre, denn sie nimmt auf grünen oder braunen Meerespflanzen die entsprechende Farbe an. Das wird durch die verschiedenen Farbzellen der Oberhaut bewirkt und zum Teil über die Augen gesteuert. Man kann dies zeigen, wenn man die Tiere im Dämmerlicht hält; die roten und grünen Töne machen dann einem blassen Blau Platz. Auch nachts ist *Hippolyte varians* blaßblau gefärbt. Viele Arten leben in Gemeinschaft mit Seeanemonen (s. S. 223) und sind dann bis auf wenige Farbpunkte fast völlig durchsichtig.

Familie Knallkrebsschen

Auf Korallenstöcken oder in der Uferzone tropischer Meere leben auch die garnelenartigen KNALLKREBSCHEN oder PISTOLENKREBSE (Familie Alpheidae), deren erstes Laufbeinpaar besonders kräftig und mit einer Schere versehen ist. Dabei lassen sich einseitig verstärkte, also rechts- oder linkshändige Knallscheren von den kleiner gebliebenen Greifscheren der anderen Körperseite unterscheiden. Mit der Knallschere können zum Beispiel die Angehörigen der Gattung *Alpheus* einen scharf gebündelten Wasserstrahl abschießen, der von einem vernehmlichen Knall begleitet wird (daher der Name) und als Verteidigungswaffe, aber auch zum Beutefang dient, da er eine »Schockwirkung« erzielt. Gerade bei den oft paarweise in selbstgegrabenen Höhlen lebenden Pistolenkrebsen gibt es schöne Beispiele eng aufeinander eingespielter Formen von Lebensgemeinschaften. Eine derartige Symbiose finden wir unter anderem zwischen Krebsen und Fischen. Hierbei zeigt der Fisch mit seinem großen Warnbereich Gefahren an, die der kleinen Garnele noch nicht wahrnehmbar sind; dafür kann er aber die Vorteile genießen, die ihm die Wohnhöhle des Krebses bieten.

Die Nordseegarnele

Zu den Garnelen gehört auch die als »Granat« bezeichnete NORDSEEGARNELE (*Crangon crangon*, Familie Crangonidae), die in außerordentlichen Mengen die Wattenmeere mit ihren stark wechselnden Temperaturen und Salzgehalten besiedelt. Diese Unbill des Lebensraums können nur besonders angepaßte Tierformen ertragen. Die Nordseekrabbe kann dies ausgezeichnet; die jährlich als Tierfutter, als menschliche Nahrung oder gar als Leckerbissen gefangenen Mengen betragen oft fünf vom Hundert oder mehr der Fischfangtonnage. Als Tierfutter werden übrigens nur kleinere Garnelen unter fünf Zentimeter Länge verwendet. Die Nordseekrabbe ernährt sich nachts von anderen Kleinkrebsen, ferner von Würmern und Weichtieren; tagsüber hält sie sich im weichen Schlick verborgen. Ihre Le-

bensdauer beträgt drei Jahre, und ein einziges Weibchen kann in diesen drei Jahren etwa zwanzigtausend Nachkommen hervorbringen. Obwohl der »Granat« auch in der Ostsee vorkommt, gehört doch die übliche OSTSEEGARNELE (*Palaemon squilla*) einer ganz anderen Familie an, den PALAEMONIDEN (*Palaemonidae*). Sie tritt allerdings weniger regelmäßig und in weit geringeren Mengen auf als die Nordseegarnele.

Viele Palaemoniden bewohnen — vor allem in den Tropen — das Süßwasser; manche besiedeln auch Höhlengewässer. Solche Höhlenkrebse gibt es schon in den Karstgewässern des Balkans. Bei ihnen ist der Gesichtssinn bis zum völligen Fehlen der Augen verkümmert und der Tastsinn zum Hauptwahrnehmungsfeld geworden, was man schon an den übermäßig verlängerten Antennen erkennen kann.

Ihr Reichtum an Erbanlagen erschloß den Palaemoniden vielfältige Möglichkeiten stammesgeschichtlicher Entwicklungen; sie liefern deshalb auch schöne Beispiele für Sonderbildungen im Verhalten und in der Anpassung an die Umwelt. So sind zahlreiche Arten zu gegenseitigem Vorteil (symbiontisch) mit Schwämmen, Seerosen, Korallen und sogar mit Fischen vergesellschaftet. Das kann sogar bis zur feinst abgestimmten »Putzsymbiose« führen; hierbei winkt etwa die karibische Garnele *Periclimenes petersoni* von »ihrer« Seerose aus die Fische mit den Antennen herbei, liest ihnen Schmarotzer von den Schuppen, Kiemendeckeln und anderen schwierig zu erreichenden Körperstellen ab und darf selbst in die Mundhöhle der Fische schlüpfen, um dort Speisereste abzuputzen.

Von den Garnelenartigen Langschwanzkrebsen (*Natantia*, die »Schwimmenden«) lassen sich die RITTERKREBSE (Unterordnung *Reptantia*, die »Kriechenden«) sofort an ihrem rückenbauchwärts abgeplatteten Körper und an den meist kräftigen Scheren am ersten Laufbeinpaar unterscheiden. Auch sind die Hinterleibsbeine nicht mehr zum Schwimmen eingerichtet, sondern dienen beim Weibchen zum Anheften der Eier. Hierher zählen die bekannten LANGUSTEN (Familie *Palinuridae*), erkennbar an den mehr als körperlangen Antennen und den stacheligen Körperfortsätzen. Große Greifscheren fehlen ihnen; die wirtschaftliche Nutzung von Langusten in allen Erdteilen beruht auf dem Muskelfleisch des Hinterleibes.

Die EUROPÄISCHE LANGUSTE (*Palinurus vulgaris*; GL bis 45 cm, Gewicht bis 8 kg; Abb. S. 460) bewohnt die Felsenküsten des Atlantik und des Mittelmeers. Sie gilt als wertvoller Speisekrebs. Auf nächtlicher Nahrungssuche verzehrt sie Schnecken, Muscheln und tote Tiere; sie muß also mit Käschern oder einzeln mit Ködern gefangen werden. Die oben angegebenen Größen und Gewichte erreichen Langusten aus guten Fanggebieten, zum Beispiel von der Bretagne-Küste; sie dürften dann etwa zehn bis fünfzehn Jahre alt sein. Auf den Speisekarten Südafrikas und Australiens genießt die KAP-LANGUSTE (*Jasus lalandei*) die gleiche Beliebtheit; ähnliches gilt für andere Arten der Gattung *Palinurus* an den Küsten Nord- und Südamerikas. Aber nicht nur dem Feinschmecker, auch dem Forscher haben die Langusten manches zu bieten: Die amerikanische Art *Palinurus argus* führt jahreszeitliche Wanderungen aus; dabei ziehen Hunderte von Tieren im Gänsemarsch mehr als hundert Kilometer weit auf dem Meeresboden dahin und können auf diese

Unterordnung
Ritterkrebse

Die
Europäische Languste

Weise wohl Gebiete mit günstigen Ernährungsbedingungen aufsuchen. Möglicherweise spielt bei diesen Wanderungen auch die Erzeugung von Lauten, die man erst vor wenigen Jahren entdeckt hat, eine Rolle.

Bei den verwandten BÄRENKREBSEN (Familie Scyllaridae) sind die zweiten Antennen außerordentlich verbreitert und mit stachelartigen Fortsätzen versehen, die der Abwehr dienen; dadurch entsteht eine unverkennbare Körpergestalt. Arten der Gattungen *Scyllarus* (vgl. Abb. S. 451 u. 459) und *Scyllarides* (vgl. Abb. S. 460) leben auf felsigem Grund, oft auch auf Korallenriffen.

Die EIGENTLICHEN LANGSCHWANKKREBSE oder PANZERKREBSE (Unterordnung Astacura) werden am besten durch den EUROPÄISCHEN HUMMER (*Homarus gammarus*; Abb. S. 460) und den AMERIKANISCHEN HUMMER (*Homarus americanus*) gekennzeichnet, die typische Vertreter der HUMMER (Familie Homaridae) sind, ferner durch unseren FLUSSKREBS (*Astacus astacus*), der zur Familie der Flußkrebse (Astacidae) gehört.

Die Hummer

Die HUMMER besiedeln Felsküsten und kehren nach ihren nächtlichen Ausflügen, auf denen sie sich von Weichtieren und totem Getier ernähren, stets wieder zu ihrer Höhle zurück. Diese Standorttreue beruht auf ihrer guten Orientierungsfähigkeit, die wohl sämtlichen Höheren Zehnfußkrebse eigen ist, und auf ihrem Lernvermögen. Jahreszeitlich bedingte Wanderungen hat man auch bei Hummern festgestellt. Der berühmte Helgoländer Hummer nimmt an Zahl und Größe stark ab, so daß für ihn Schutzbestimmungen erlassen werden mußten. Die Weibchen werden erst mit sechs Jahren geschlechtsreif, sind dann etwa fünfundzwanzig Zentimeter lang und legen rund achttausend Eier; vierzig Zentimeter lange Weibchen können über dreißigtausend Eier hervorbringen. Ältere Hummer häuten sich nur noch alle zwei Jahre.

Manche Hummer leben in der Tiefsee, das deutet darauf hin, daß sie ein stammesgeschichtlich altes Geschlecht darstellen. In der Tat sind in der Geschichte der Erde die Hummerartigen schon seit der Jurazeit recht reich vertreten. Eine Hummerart aus tieferen Wasserschichten ist der KAISERHUMMER oder NORWEGISCHE HUMMER (*Nephrops norvegicus*; Abb. S. 460), der an den Küsten der Bretagne und Norwegens, aber auch im Mittelmeer gefangen wird. Er ist an den sehr schlanken Scherenfingern zu erkennen.

Familie Flußkrebse

Die FLUSSKREBSE (Familie Astacidae) sind auf die nördliche Erdhalbkugel beschränkt. Auf der Südhalbkugel werden die entsprechenden Süßwassergebiete in Südamerika und Madagaskar (aber nicht in Afrika) von den PARASTACIDEN (Familie Parastacidae) besiedelt, in Australien von den AUSTROASTACIDEN (Familie Austroastacidae).

Auch der EUROPÄISCHE FLUSSKREBS oder EDELKREBS (*Astacus astacus*; ♂ bis 25 cm, ♀ bis 18 cm) geht nachts auf Nahrungssuche, wobei er tierliche und pflanzliche Kost aufnimmt. Männliche Edelkrebse können mehr als zwanzig Jahre alt werden. Der Edelkrebs lebt nur in den Uferhöhlen recht sauberer Gewässer; so ist es verständlich, daß ihm infolge unserer fortschreitenden Gewässerverschmutzung ein immer stärkerer Rückgang droht. Hinzu kommt noch, daß um 1870 eine als »Krebspest« bezeichnete Pilzkrankheit (ein Befall mit dem Pilz *Aphanomyces astaci*) fast alle Edelkrebse ausrottete und sie auch heute immer wieder bedroht. Dagegen ist der um 1890 bei uns

eingeführte AMERIKANISCHE FLUSSKREBS (*Orconectes limosus*; GL etwa 10 cm) gegen die Krebspest gefeit und kann selbst in schmutzigerem Wasser noch leben. Er gräbt keine Höhlen und ist auch tagsüber bei der Nahrungssuche anzutreffen. Obwohl er an Größe nicht mit dem Edelkrebs verglichen werden kann, ist er inzwischen doch in Europa der häufigste binnenländische Speisekrebs geworden.

Gestaltlich verbinden die MITTELKREBSE (Unterordnung Anomura) die Langschwanzkrebse mit den Kurzschwanzkrebsen. Vertreter dieser Gruppe sind die Maulwurfskrebse (s. unten), die Meeres- und Landeinsiedlerkrebse (s. unten) und die nicht zu den Echten Krabben gehörenden Steinkrabben (s. S. 491). Schließlich zählen auch noch die seltsamen, völlig scherenlosen und eingegraben im Sand lebenden Sandkrebse (s. S. 491) hierzu.

Unterordnung
Mittelkrebse

Der MAULWURFSKREBS (*Thalassina anomala*) lebt eingegraben wie ein Maulwurf in der Mangrovezone des Indopazifik. Dort liest er Nahrungsteilchen aus dem Schlick und schichtet die auf solche Weise durchgearbeiteten Bodensubstrate zu oft gewaltigen Hügeln auf, die zwei Meter hoch und zehn Meter breit werden können. Da sich der Maulwurfskrebs stets unterirdisch ernährt, muß er seine Gänge ständig vergrößern. Dadurch kann er zum Beispiel in strandnahen Reispflanzungen beachtliche Schäden anrichten.

Vielen Besuchern unserer Meeresküsten sind Krebse vertraut, die ihren weichen Hinterleib meist in Schneckenschalen, seltener in Muschelschalen verbergen. Es handelt sich um MEERES-EINSIEDLERKREBSE (Familie Paguridae; Abb. S. 496). Da ein Schneckenhaus spiralig und meist rechtssinnig gewunden ist, muß auch der Hinterleib der Einsiedlerkrebse von der letzten Larvenstufe (Glaukothoë) an oft unsymmetrisch gebaut sein. Hierbei hält das letzte Laufbeinpaar mit Hilfe eines Warzenfeldes das Schneckenhaus fest. Der weiche Hinterleib übernimmt einen Teil der Atmung, dient also mit als Kieme. Daß ein Einsiedlerkrebs unsymmetrisch gebaut ist, erkennt man schon an den oft deutlich verschieden großen Greifscheren des ersten Laufbeinpaares; die größere Schere verschließt als eine Art Deckel den Eingang des Schneckenhauses. Da der Krebs ja mit jeder Häutung wächst, wird ihm das Schneckenhaus bald zu klein. So muß er alle Dinge der Umgebung von irgendwie passender Größe prüfen, um ein neues Gehäuse zu finden. Hier entscheiden sein Gesichtssinn und sein Tastsinn über das Gewicht, die Größe und das richtige »Passen« der neuen Wohnung.

Meeres-Einsiedlerkrebse

Bemerkenswert ist die gerade bei Meeres-Einsiedlerkrebsen ausgeprägte Vielfalt von Symbiosen mit Hohltieren (s. S. 223), die auf dem vom Krebs bewohnten Schneckenhaus festgeheftet sind. Auch Schwämme können die Wohnungen der Einsiedlerkrebse überwachsen. Es gibt eine Vielzahl von Weichtieren, deren Schalen so ein Einsiedlerkrebs benutzt; sie reichen von der Wellhornschnecke (s. Band III, S. 58) der Nordseeküsten bis zu den geraden, also nicht gewundenen Elefantenzahn-Schnecken (s. Band III, S. 138) und den flachen Schalen der Herzmuschel (s. Band III, S. 173). Herzmuscheln werden von den indopazifischen PORZELLANKREBSSEN (Gattung *Porcellanopagurus*) als Schutz benutzt; verständlicherweise ist der Hinterleib dieser Krebse nicht mehr gewunden, sondern abgeflacht und fast gerade.

Als LAND-EINSIEDLERKREBSE bezeichnen wir vor allem die tropischen Gat-

Land-Einsiedlerkrebse

tungen *Coenobita* und *Birgus*. Ihren weichen Hinterleib verbirgt *Coenobita* in den Schalen von Wasser- oder Landschnecken; die gefäßreiche Haut dieses Hinterleibs übernimmt die Hauptaufgabe bei der Atmung. Im Wasser ertrinkt so ein Land-Einsiedlerkrebs, weil bei ihm die eigentlichen Kiemen stark rückgebildet sind. Nur noch zum Absetzen der Larven sucht das Tier das Wasser auf.

Das trifft auch für den PALMENDIEB (*Birgus latro*; GL bis 32 cm; Abb. S. 493) von den Küsten des Indopazifik zu. Dieser Krebs hat so kräftige Scheren, daß er damit Kokosnüsse von den Palmen schneiden und sie am Boden öffnen kann. Hierfür versteht er es vorzüglich, solche Palmen zu erklettern. Übrigens ist das langsame Erklettern von Bäumen auch bei einigen Land-Einsiedlerkrebsen der Gattung *Coenobita* beobachtet worden. Immer wieder haben Tropenreisende betont, wie empfindlich der Palmendieb gegen Bodenerschütterungen ist. In seiner Jugend benutzt auch er noch Schneckenhäuser zum Schutz des Hinterleibes; später krümmt er den Hinterleib dann frei nach vorn unter den Vorderkörper.

Das tun auch die STEINKRABBen (Familie Lithodidae; Panzerlänge über 20 cm; vgl. Abb. S. 476), die im Kaltwasser leben. Ihr fünftes Beinpaar ist in den Kiemenraum gelangt und dient als Kiemenbürste. Zu diesen großen Krebsen gehört auch die Art *Paralithodes camtschatica*. Im Nordatlantik lebt die kleinere *Lithodes maja*. Die größeren Arten bilden die Grundlage einer blühenden Fang- und Konservenindustrie.

Eine bemerkenswerte Art des Nahrungserwerbs finden wir bei den SAND-KREBSen (Familie Hippidae). Ihre Antennengeißeln ragen bogenförmig gewölbt aus dem Sand, sind mit kammartigen Fiedern besetzt und filtern bei ablaufender Flut Schwebeteilchen aus dem Wasser. Wenn die Antenne mit Nahrungsteilchen besetzt ist, zieht der Krebs sie unter den breiten Laden der dritten Kiemenfüße hindurch und lutscht die gefangene Nahrung im wahren Sinne des Wortes ab. Die atlantischen Küsten Mittelamerikas besiedelt *Emerita talpoida*. Mit fallendem Wasserstand schnellen diese seltsamen Krebse gruppenweise aus dem Sand dem Meere zu, graben sich blitzschnell wieder mit dem Rücken zum Land ein und beginnen das Filterspiel erneut bei dem für sie »richtigen« Wasserstand.

Unterordnung
Echte Krabben

Fraglos sind die ECHTEN KRABBen (Unterordnung Brachyura) die höchstentwickelten Krebse. Ihre ursprünglichsten Vertreter sind die schon aus der Jurazeit bekannten WOLLKREBSE (Familie Dromiidae). Sie verdanken ihren Namen dem meist wollig wirkenden Carapax-Überzug aus Schwämmen oder Seescheiden, den sie in Form passender Stücke von einer Schwamm- oder Seescheidensiedlung abschneiden und sich auf den Rücken pflanzen. So tut dies die WOLLKRABBE (Gattung *Dromia*; vgl. Abb. S. 473) mit dem Schwamm *Suberites*. Die Gattung *Hypoconcha* (deren wissenschaftlicher Name »die unter der Schnecke« bedeutet) hält statt dessen einfach eine flache Muschelschale zum Schutz über sich.

Überhaupt findet sich bei vielen Krabben die Neigung, sich irgendwelche lebenden oder toten Dinge auf den Rückenpanzer zu pflanzen und sich auf diese Weise zu maskieren. Das gilt auch für die SEESPINNEN (Gattung *Maja*), die zur Familie der DREIECKSKRABBen (Majidae) gehören. Alte Seespinnen

verzichten auf die Maskierung. Ebenso verläßt sich die SCHAMKRABBE (Gattung *Calappa*) aus dem Mittelmeer und den wärmeren Ozeanen zur Tarnung nur auf ihre sandig-rot gepunktete Färbung und auf die kugelige Form, die fast einen Steinbrocken vortäuscht. In Spanien und Italien werden Schamkrabben gern gegessen; auch unser in der Nordsee lebender TASCHENKREBS (*Cancer pagurus*; Breite etwa 20 cm; Abb. S. 473) gelangt ja bekanntlich auf unseren Speisezettel.

Ähnlich ist die Panzerform bei unseren SCHWIMMKRABBen (Familie Portunidae). Zu ihnen gehört auch die STRANDKRABBE (*Carcinus maenas*) unserer Küsten, obwohl sie nicht das kennzeichnende Merkmal der Schwimmkrabben, die Schwimmpaddel am verbreiterten fünften Bein, besitzt. Sie kann also nur mäßig gut schwimmen und steht hierin den ECHTEN SCHWIMMKRABBen (Gattung *Portunus*; Abb. S. 459 u. 493) deutlich nach. Die Echten Schwimmkrabben schwimmen sehr geschickt und schnell seitwärts. So erbeuten sie zielsicher aus ihrer Ruhelage am Boden der strandnahen Zonen ihre tierliche Beute. In den warmen Meeren Mittelamerikas leben die verwandten BLAUKRABBen (Gattung *Callinectes*), die für die dortige Bevölkerung als Nahrungsmittel wichtig sind. Mit riesigen Augenstielen ist die indopazifische Krabbe *Podophthalmus vigil* ausgerüstet.

Viele Gattungen der vorstehend erwähnten Krabbengruppen können mindestens zeitweise Brackwasser oder gar Süßwasser ertragen. Dauernde Bewohner des Süßwassers sind die SÜßWASSERKRABBen (Familie Potamidae). Wie die Langschwanz-Flußkrebse haben auch sie die Entwicklung über Larvenstufen aufgegeben; aus ihren Eiern schlüpfen voll ausgerüstete kleine Krebse. In den östlichen Mittelmeerländern und in Kleinasien leben zahlreiche Arten der Gattung *Potamon* in Flüssen und Teichen; sie sind sogar in Höhen von 2100 Meter angetroffen worden.

Welche seltsamen Formen und überraschenden Verhaltensleistungen die Höheren Krebse zeigen können, verrät uns auch die indopazifische Krabbe *Lybia tessellata*. Sie lebt auf Korallenriffen; bei Gefahr nimmt sie in jede Greifschere eine nesselnde Seerose und streckt sie dem Angreifer entgegen. Auch bei unserer Strandkrabbe läßt sich ein schreckhaftes Hochrecken der Scheren auslösen. So erstaunlich das Verhalten von *Lybia tessellata* anmutet, muß doch betont werden, daß es nur auf der recht urtümlichen Grundlage einer sehr alten Drohgeste beruht.

Schon Aristoteles (384–322 v. Chr.) hatte offenbar Gefallen am Formenreichtum und an den seltsamen Lebensleistungen der Krabben gefunden. Er beschrieb bereits den MUSCHELWÄCHTER (*Pinnotheres pisum*; Breite 1–2 cm; Abb. S. 493), eine weichhäutige Krabbe, die in den im Mittelmeer häufigen Steckmuscheln (s. Band III, S. 153) lebt. Solche Formen des Zusammenlebens finden sich bei vielen Angehörigen der PINNOTERIDEN (Familie Pinnotheridae), zu denen etwa hundertzwanzig Arten gehören. Dabei bleiben die Weibchen meist ihrer Muschel »treu« und ernähren sich in ihr als echte »Miteßer« (Kommensalen) von den herbeigestrudelten pflanzlichen und tierlichen Schwebeteilchen. Zur Paarungszeit verlassen sie ihre Muschel und treffen dann offenbar auf frei lebende Männchen; denn danach begeben sie sich wieder in den Schutz der Muschel.

Links von ob. nach unt.:
Der Bunte Furchenkrebs
(*Galathea strigosa*) kann,
ähnlich wie die garnelen-
oder hummerartigen
Krebse, durch Schwanz-
schlag pfeilschnell rück-
wärts schwimmen.

Gespensterkrabbe (*Sten-
rhyndus seticornis*).

Die Samtkrabbe (*Portunus
puber*, vgl. S. 492). Der

Rückenschild dieser
Schwimmkrabbe ist fein
und dicht behaart. Sie
kann 7 cm lang werden
und kommt in der Deut-
schen Bucht vor.

Rechts von ob. nach unt.:
Birgus latro (s. S. 491), der
Palmendieb, ein Land-
einsiedlerkrebse.

Gemeine Schwimm- oder
Blaukrabbe (*Portunus
holsatus*, vgl. S. 492);

die ruderartig verbreiter-
ten Endglieder des letzten
Beinpaars: ein Kennzei-
chen der Schwimmkrabben.

Pinnotheres pisum
(s. S. 492), der Muschel-
wächter, haust, wie viele
andere Muschelwächter,
in der Mantelhöhle ver-
schiedener Muscheln.

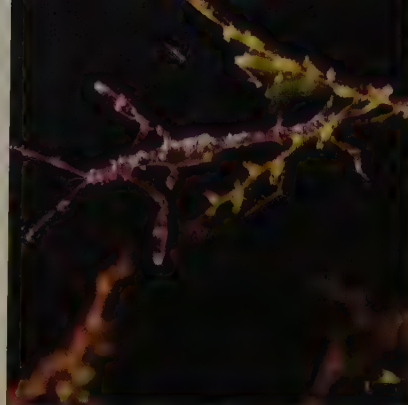
Dieser Augenfleck-Ein-
siedlerkrebse (*Paguristes
oculatus*) wohnt in einem
Schneckenhaus, das der
Korkschwamm *Suberites
domuncula* (s. S. 162)
umwachsen hat.

Die beiden
Pagurus calidus (s. S. 490),
ein Einsiedlerkrebse des
Mittelmeeres und Atlan-
tik. Auf seinem Schnek-
kenhaus trägt er zwei zu-
sammengezogene Schma-
rotzerrosen (*Calliactis para-
sitica*, s. S. 223), die ihre
Akontien (lila) ausgesto-
ßen haben.









Links von ob. nach unt.:
Flohkrebse (Familie Gammaridae, s. S. 502), von denen der links oben die Hakenlarve eines Kratzers (vgl. S. 355) — als roter Fleck erkennbar — in sich trägt.

Anilocra physodes, eine an Meeresfischen schmarotzende Assel.
Skolopender (s. S. 515) aus Malaya.

Ein Bandfüßerweibchen (*Brachydesmus superus*) errichtet eine Eikammer.

Mitte von ob. nach unt.:
Gespenstkrebschen (*Pseudoprotella phasma*) in Lauerstellung auf einer Hydrozoenkolonie.

Die Klippenassel (*Ligia oceanica*, s. S. 505), oft in Scharen an Felsstränden, ist zu einer Landassel geworden, flieht aber bei Gefahr ins Wasser.

Erdläufer (s. S. 515), die sich unter einem Stein verborgen hielten, suchen, nachdem er umgedreht wurde, das Weite.

Schnurfüßer (*Schizophyllum sabulosum*, vgl. S. 511 u. Abb. S. 509).

Rechts von ob. nach unt.:
Die Klappenassel (*Mesiodotea entomon*).

Roll- und Mauerasseln:
Das hellere Tier ist eine Mauerassel (*Oniscus asellus*, s. S. 505), die schwarz glänzenden sind Rollasseln (*Armadillidium*, vgl. S. 505), zwei davon eingekollt.

Der Saftkugler (*Glomeris marginata*, s. S. 513) kann, ähnlich der Rollassel, bei Bedrohung zu einer Kugel werden.

Spinnenläufer oder Spinnenassel (*Scutigera coleoptrata*, s. S. 516).

Besonders eindrucksvoll in jeder Hinsicht ist die Entwicklungshöhe der RENN- und WINKERKRABBen (Familie Ocypodidae). Zu ihnen gehören die SANDKRABBen (Gattung *Ocypode*, Abb. S. 476), die Linné als »sehr schnell davoneilend« beschrieb und die deshalb auch Reiter- oder Geisterkrabben heißen. Die Rennkrabben bewohnen heiße tropische Sandstrände, bauen ein bis zwei Meter tiefe Gänge — oft mit zwei Ausgängen — und legen manchmal Sandpyramiden als Zeichen ihrer Anwesenheit an. Sie besitzen außerordentlich leistungsfähige Augen auf seitlich einklappbaren Stielen. Dabei sind die eigentlichen Augenkolben bei manchen Arten auch noch einseitig oder beidseitig in seltsame »Überaugenhörner« ausgezogen, deren Aufgabe noch unklar ist. Manche Geisterkrabben besteigen Mangrovesträucher, drehen deren Blätter nach oben und erbeuten in raschem Zugriff Fliegen, die in der Schattenseite der Blätter rasten — eine Handlung, die außerordentlich vogelhaft wirkt.

Zur Familie der Rennkrabben gehören aber vor allem auch die durch ihr auffälliges Liebeswerben so bekannten WINKERKRABBen (Gattung *Uca*). Unter ihnen hält die STIEL-WINKERKRABBE (*Uca stylifera*) des Ostpazifik in der Länge solcher Überaugenhörner den Rekord und hat aus diesem Grunde deutliche Schwierigkeiten beim Einfahren in die Höhle. Oft sind denn auch bei dieser Winkerkrabbe die Hörner zum Teil abgebrochen, was aber keine sichtbaren Nachteile bewirkt. Wie bei den meisten Geisterkrabben, so besitzen auch bei allen Winkerkrabben die Weibchen zwei gleich große Eßscheren, mit denen sie »handvollweise« die Schlicknahrung zu den sortierenden Mundwerkzeugen führen; das Atemwasser greift dabei entscheidend in diesen Auslesevorgang ein. Die ungenießbaren Teilchen sammeln sich an der Ansatzstelle der Mundwerkzeuge; dort nimmt die Winkerkrabbe sie mit den Eßscheren ab und legt sie in geometrischen Mustern beiseite, während sie beim Essen langsam vorrückt. Das alles macht einen so angenehm »ordentlichen«, fast menschlichen Eindruck, daß der amerikanische Naturforscher William Beebe einmal sagte: »Es ist uns immer schwerer gefallen, die Winkerkrabben mit der schönen Sachlichkeit zu betrachten, die bei allen etwas auf sich haltenden Naturforschern vorausgesetzt wird. Die Tatsache, daß sie zehn Beine haben statt deren zwei und eine harte Schale anstelle unseres eigenen Sortiments von inwendigen Knochen wurde immer unwichtiger, je mehr wir diese verschiedenen Persönlichkeiten kennenlernten...«

Die Männchen besitzen nur eine solche Eßschere, während die andere zur übermäßig vergrößerten Winkschere geworden ist, deren Gewicht fast die Hälfte des gesamten Körpergewichts erreichen kann. Mit dieser Winkschere führen die Männchen Balzgesten aus, die von Art zu Art verschieden sind. Bei *Uca annulipes* strecken sie die Schere seitlich ab und bringen sie dann hoch aufgerect wieder vor den Körper; bei *Uca insignis* machen sie einfach durch hohes Scherenkreisen über dem auf den »Zehenspitzen« stehenden Körper auf ihre Liebesfreudigkeit aufmerksam. Im erfolgreichen Falle erhört ein so angewinktes Weibchen den eifrigen Winker, indem es ihm in seine Höhle zur meist unterirdisch stattfindenden Begattung folgt. Dieses Balzspiel kann natürlich nur in der Ebbezeit ablaufen; so vermögen sich Winkerkrabben sehr fein mit ihrer gesamten Tätigkeit — also mit der Nahrungsaufnahme,

dem Kampf, der Balz und der Körperfärbung — in den Gezeitenrhythmus einzustellen.

William Beebe und seine Mitarbeiterin Jocelyn Crane haben dieses Liebespiel am Strand der Bahia Honda (Panama) im Jahre 1942 auf klassische Weise geschildert:

»Am Rande jener Schlammfläche sitzend, konnten wir ein Dutzend Arten von Winkerkrabben auf einmal sehen und durch die Doppelgläser jede Einzelheit ihres nimmer endenden Treibens beobachten, ohne die emsigen Tiere im mindesten zu stören. Das Scherenwinken der männlichen Langbeinigen Winkerkrabben (*Uca stenodactyla*) war das unterhaltendste von allem. Die Weibchen und die Jungen, mit zwei winzigen Scheren, traten in ihrem braunen Sprinkelkleid wie gewöhnlich in den Hintergrund, aber große Männchen prunkten in buntesten Farben: die Rücken weiß und schillernd blau, die acht Beine flammend rot und die riesige winkende Schere von schönem Rosa ... Als wir unsere Augen zu einigen glänzend weißen, ganz kleinen Jitterbug-Winkern (*Uca saltitanta*) weiterwandern ließen, deren Kolonie weiter draußen im Schlamm lag, sahen wir, daß der Rhythmus ihres Winkens von dem der Langbeinigen Winkerkrabben sehr verschieden war. Außerdem verfolgten sie niemals Weibchen, sondern machten unablässig auf ein und derselben Stelle ihre Hochsprünge und schwenkten mit wilder Begeisterung die große Schere ruckweise auf und nieder, wenn es ihnen irgendwie gelungen war, auch nur die geringste Spur weiblicher Anteilnahme zu entdecken; sie waren gewiß die Erfinder des Jitterbug. Eine dritte Gruppe Tänzer, tanzende Winkerkrabben, in Rubinrot und Grau gekleidet, wurden dem Russischen Ballett Ehre gemacht haben, denn sie streckten mit langsamer, anmutiger Gebärde beide Scheren auswärts, wenn sie sich auf die Zehenspitzen stellten und mit federleichten Schritten ihre Figuren tanzten ... Schließlich erkannten wir die Wahrheit: Jede Art hatte ihren eigenen Werbungstanz, der sich von denen der anderen Arten so stark unterschied wie Rumbas von Walzern, und jeder dieser Tänze war ebenso charakteristisch und ein Teil der Werbung wie der Gesang des Rotkehlchens, das Rad des Pfaues und die Frühlingsserenade des Frosches ...

Wir beobachteten einen besonders glanzvollen Smaragdschild-Winker (*Uca beebei*). Er prunkte in seinen schönsten Farben und hatte mindestens eine Stunde lang vergeblich versucht, die Aufmerksamkeit eines zehn Zentimeter entfernten kleinen grauen Weibchens auf sich zu lenken. Er unterbrach seine Vorstellung nur durch die aller kürzesten Eßpausen, aber offensichtlich beachtete sie ihn gar nicht, sondern besserte ihr Schlupfloch aus, aß emsig und warf keinen Blick auf ihn. Endlich aber hörte sie auf zu essen und schien ihn jetzt überhaupt erst zu sehen. Dadurch ein wenig ermutigt, ging er im Tanz zu noch lebhafterem Tempo über, schwang die große purpurne Schere wie besessen auf und nieder und legte zwischen den üblichen stolzen Heben der acht grünen Beine noch besondere Schleifschritte ein. Das Weibchen schob sich seitwärts um ein paar Zentimeter näher an ihn heran, nicht ohne unterwegs einige Erfrischungen zu sich zu nehmen. Der Werber tanzte immer schneller und schlug sie endlich ganz in Bann. Fast hypnotisiert betrachtete sie ihn reglos aus zweieinhalb Zentimeter Entfernung.

Balzverhalten
der Winkerkrabben

Jetzt änderte er den Charakter seines Tanzes und drehte sich langsam vor ihren Augen wie ein Mannequin, so daß sie abwechselnd sein grünschillernes Rückenschild und die purpurne Schere bewundern konnte. Nun kam sie endlich auf Reichweite heran, und er streichelte zart mit seinen Beinen die ihren, und sie tat desgleichen. Sie trennten sich für einen Augenblick, er gab noch eine fröhliche Gigue zum besten und schoß dann plötzlich in sein Schlupfloch hinab. Als letztes verschwand seine glänzende Schere mit einem abschließenden, unwiderstehlichen Schwung. Das Weibchen folgte, ohne zu zögern.«

»Klopf-Code«

Bei Nacht und in dichtem Pflanzenwuchs, wo die geschilderten Winkgesten nicht gesehen werden, tritt an die Stelle des Gesichtssinnes die Wahrnehmung von Bodenerschütterungen. Mit der Winkschere klopft das Männchen in rhythmischer und arttypischer Folge Signale auf den Boden; sie sagen dann dem Weibchen: »Hier ist ein liebesfähiges Männchen« oder den anderen Männchen: »Hier ist der Liebesbezirk eines Nebenbuhlers«. Da man den für jede Art kennzeichnenden »Klopf-Code« erfolgreich nachahmen kann, kann der Forscher mit den Krabben eine echte Zwiesprache halten. Selbst in dichtgedrängten Krabbenbezirken sorgen solche verschiedenen Zeichen dafür, daß artgleiche Geschlechtspartner zusammengeführt werden. Manche Arten können sogar mit Schrilleiten Töne von sich geben, was übrigens von manchen Geisterkrabben gleichfalls gilt; denn einige *Ocypode*-Arten aus Afrika und Indonesien sollen nach den Angaben von Beobachtern wie Vögel singen. In Mittelamerika trägt eine Winkerkrabbenart den bezeichnenden Namen SING-WINKERKRABBE (*Uca musica*); eine andere heißt wegen ihrer tänzerischen Winkbewegung nach der griechischen Muse des Tanzes TERPSICHORE-WINKERKRABBE (*Uca terpsichore*). Europa besitzt am Golf von Cadix (Spanien) aus dieser Gruppe die TANGER-WINKERKRABBE (*Uca tangeri*; Abb. S. 476).

»Sportgemeinschaften«

Verwandt mit Geister- und Winkerkrabben sind auch die Arten der Gattung *Dotilla*. Sie bauen in dichtgedrängten Eßgemeinschaften von bis zu 104 Einzeltieren auf den Quadratmeter nach der Nahrungsaufnahme Türmchen, die wie die Iglus der Eskimos aussehen; in oder auf ihnen sitzen sie bis zum Auflaufen der nächsten Flut. Auch »Sport-Gemeinschaften« sind beobachtet worden: Winkerkrabben oder Rennkrabben rennen paarweise oder in Gruppen ohne erkennbaren Grund mit Höchstgeschwindigkeiten den Strand entlang. Ebenso führen die zu einer anderen Familie gehörenden ARMEE- oder GRENADIERKRABBen (*Mictyridae*) gruppenweise Schwenkungen im Verband aus. Sie bevölkern im Indopazifik die Gezeitenzonen und sortieren dort den Schlick.

Dagegen zeichnen sich die SPRINGKRABBen (Familie Grapsidae) durch deutliche Bevorzugung felsiger Lebensräume aus. Unter ihnen bewohnt die rote Felsenkrabbe (*Grapsus grapsus*) unter anderem auch die Klippen der Galapagos-Inseln. Die MANGROVEKRABBE (*Aratus pisoni*) besteigt im karibischen Gebiet die Mangrovepflanzen bis weit oberhalb des Wasserspiegels und ernährt sich hier zum Teil von Blättern. Auch die schöne *Goniopsis pulchra* des Ostpazifik gehört hierher. Im Sargasso-Meer läßt sich die KOLUMBUS- oder SARGASSUM-KRABBE (*Planes minutus*) auf dem dichtgeknäuelten Kraut der dortigen *Sargassum*-Tange einhertreiben.

In der einheimischen Tierwelt gehört die chinesische WOLLHANDKRABBE (*Eriocheir sinensis*; ♂ 7–8 cm breit; Abb. S. 476) zu den Springkrabben. Sie ist seit 1912 von den Nordseehäfen aus bei uns eingeschleppt, hat Deutschlands Flüsse und Kanäle erobert, vermehrte sich dort außerordentlich und ist heute über Finnland, Schweden, Dänemark, Holland, Belgien und einen Teil Frankreichs verbreitet. Ihren Namen hat sie wegen des wolligen Haarbesatzes an der Klauenhand der Männchen. Alljährlich wandern etwa ab Juli die über fünf Jahre alten Wollhandkrabben zum Meer; dort bilden die Männchen am Unterlauf der Flüsse eine dichte riegelartige Sperre, die von den etwas später ankommenden Weibchen durchquert werden muß. Dabei ist gewährleistet, daß wohl jedes Weibchen begattet wird. Bei dieser Wanderung zum Meer legen die Tiere täglich etwa acht bis zwölf Kilometer zurück. Die Jungen schlüpfen im folgenden Mai und Juni in den Prielen des Wattenmeers; nach der Pflege der Brut an ihren Schwimmbeinen sterben die meisten Muttertiere. Die Jungen entwickeln sich in Küstennähe und wandern im Alter von fast zwei Jahren die Flüsse aufwärts — sogar bis Dresden und Prag. Sie zerstreuen sich auf die Binnengewässer; ihr Massenaufreten macht diese Krabbe zum Fischereischädling.

Eine ähnlich deutliche Wanderung zum Meer zeigen auch die Weibchen der riesigen KARIBISCHEN LANDKRABBE (*Cardisoma guanhumi*; Panzerbreite bis 15 cm), die mit ihren gewaltigen Scheren eine wahrhaft eindrucksvolle Krebsgestalt ist. In Menschenobhut wird sie recht zahm und nimmt dem Pfleger Blatt- und Früchtenahrung aus der Hand. Oft lebt sie im Freien weit vom Meer entfernt und gräbt zwei Meter tiefe Höhlen, in denen auch die Begattung stattfinden dürfte. Auf den Eingeborenenmärkten ist sie eine begehrte Speise. Freilich läßt sie sich wegen ihres sehr guten Gesichts- und Erschütterungssinnes außerordentlich schwer fangen. Die Weibchen wandern in großen Scharen nachts zur Zeit des Vollmonds zum Meer und setzen dort die inzwischen weit entwickelten Larven bei Springflut ab.

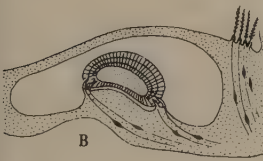
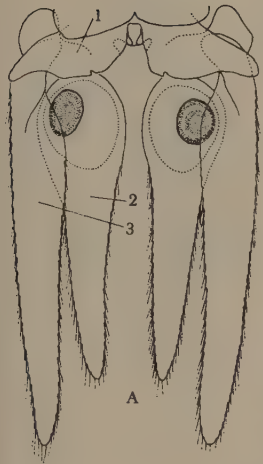
Auch die kleinere GEMEINE LANDKRABBE (*Gecarcinus ruricola*; Panzerbreite 9 cm), die zu den LANDKRABBen I. E. S. (Familie Gecarcinidae; vgl. Abb. S. 476) gehört, vollführt Wanderungen zum Meer und lebt ebenfalls kilometerweit landeinwärts. Dagegen ist die in Mangrovegebieten häufige, höhlengrabende Gattung *Ucides* noch dem Salzwasser nahe. Über die ROTE LANDKRABBE (*Gigantinus lateralis*) des karibischen Raumes wurde bisher fast nur im Labor gearbeitet; denn es ist sehr schwer, dieses nur in der Dämmerung und nachts rege Tier zu sehen, das außerdem meistens unter einer geschlossenen Pflanzendecke vorkommt. Die Rote Landkrabbe trägt die erste Silbe ihres Namens fast noch mehr zu Recht als ihre Verwandten, da sie ausschließlich an Land lebt und nicht an freies Wasser gebunden ist. Sie kann feuchtem Untergrund das nötige Wasser entziehen und davon leben. Wahrscheinlich ist auch hier der Fortpflanzungskreis vom Mondzyklus abhängig. Beachtlich ist, daß diese Krabben bei einem Steigen des Flusses — der bei tropischen Regengüssen innerhalb von fünf Minuten um eineinhalb Meter anschwellen kann — sogar auf die Bäume klettern; erreichen sie solche Fluchtorte nicht, so können sie ertrinken.

Im System zwischen den je etwa achteinhalbtausend Arten umfassenden

Überordnungen der Eucarida und der Ranzenkrebse (Peracarida) steht die kleine Überordnung der PANCARIDA mit nur einer Ordnung (Thermosbaenacea) mit insgesamt sechs Arten (GL bis 4 mm!). In der Mehrzahl ihrer Merkmale schließen sie sich den Ranzenkrebsen an, unterscheiden sich von ihnen aber durch ihren rückseitigen Brutbeutel. Die wenigen Arten leben in den Sandlücken warmer Quellgewässer, im warmen Küstengrundwasser und in Höhlengewässern. Ihre Verbreitung einerseits um das Mittelmeer herum, andererseits küstenfern in Texas läßt schließen, daß ihre Vorfahren schon vor langen Zeiten vom Meer her in das Grundwasser der Landmasse einwanderten. Die zuerst (1923) entdeckte Art, *Thermosbaena mirabilis* (auf deutsch »die Wunderbare«), lebt in Tunesien in der Oase El Hama im Sandlückensystem einer heißen Quelle und wird hier ständig in das kleine Sammelbecken ausgeschwemmt, in dessen Wasser von etwa fünfundvierzig Grad Wärme sie umherkriecht. Aber schon bei einer Abkühlung auf dreißig Grad Celsius »erfriert« das Krebschen!

Die artenreiche Überordnung der RANZENKREBSE (Peracarida) ist durch eine andersartige Brutpflegeeinrichtung gekennzeichnet: Die Weibchen besitzen einen Brutbeutel (Marsupium) auf der Körperunterseite. Er besteht aus Brutplatten (Oostegiten), die am Grundglied der Brustbeine vor oder nach der Eiablage hervorstechen und sich so überdecken, daß unter dem Brustabschnitt ein geschlossener Raum entsteht. In ihn spritzt das Männchen seinen Samen, und in ihm befruchtet er die Eier, die sich hier auch entwickeln. Innerhalb der Ranzenkrebse zeichnen sich, ausgehend von der Stammgruppe der Spaltfüßer, zwei Entwicklungsreihen ab. Zur einen Entwicklungsreihe zählt allein die Ordnung der Flohkrebse, zur anderen gehören die drei Ordnungen der Kumazeen, der Scherenasseln und der Asseln.

Der stammesgeschichtlichen Wurzel der Ranzenkrebse am nächsten steht die Ordnung der SPALTFÜßER (Mysidacea). Diese Krebse sind den ursprünglichsten Eucariden (S. 485), den Leuchtkrebsen, so ähnlich, daß man sie früher in einer einzigen Ordnung zusammenfaßte. Ihr erstes Brustbeinpaar ist zu Kieferfüßen umgeformt, die übrigen sieben Paare dagegen sind schlanke Spaltfüße; ihr Innenast dient dem Laufen, ihr Außenast dem Schwimmen. Die ursprünglichsten und größten Spaltfüßer (GL bis 35 cm!) der Gattung *Gnathophausia* leben in der Tiefsee. Die Angehörigen der artenreichen Familie der Mysiden (Mysidae) führen im Innenast ihrer Uropoden ein Schweresinnesorgan, mit dem sie auch Erschütterungen im Wasser wahrnehmen. Sein Schweresteinchen (Statolith) besteht aus einem organischen Kern, um den sich Schichten aus Fluorkalzium lagern. Da die beiden Steinchen bei jeder Häutung verlorengehen, muß das Krebschen das Element Fluor stets von neuem anreichern. Arten der Gattung *Praunus* leben in der Ost- und Nordsee in Schwärmen. Tiergeographisch und stammesgeschichtlich aufschlußreich ist die Art *Mysis relicta*, die das Süßwasser bewohnt und als Überbleibsel aus der Eiszeit in größeren Seen Skandinaviens, der Mecklenburger Seenplatte und Nordamerikas lebt. Die arktische Ausgangsart bewohnte im mittleren Tertiär (Oligozän) sibirische Seen; ihr Verbreitungsgebiet wurde dann in verschiedene Gewässer auseinandergerissen, wo sie sich im Sinne einer Unterarten- und Artbildung weiterentwickelte. Noch heute



Schweresinnesorgan eines Spaltfußkrebse. A letztes Beinpaar von *Neomysis integer*: 1 Stamm des Spaltfußes, 2 Innenast mit Schweresteinchen in der Statozyste, 3 Außenast. B Statozyste im Längsschnitt: der von Sinneszellen getragene Schwerestein (Statolith) außen aus Fluorkalzium, innen (punktiert) aus organischer Masse.

jedoch läßt sich ihre arktische Herkunft daran erkennen, daß sie nur in kalten Schichten lebt und sich zum Beispiel in Mecklenburg lediglich in den Wintermonaten fortpflanzt.

In der Ordnung der FLOHKREBSE (Amphipoda) ist der Carapax völlig rückgebildet, so daß die Bruststringe frei liegen. Der erste Bruststring ist mit dem Kopf verschmolzen, so besteht die Brust nur noch aus sieben Ringen. Am Hinterleib (Pleon) sind die drei ersten Beinpaare nach vorn gerichtete Schwimmbeine, die drei hinteren (hier das vierte und fünfte Pleopedenpaar gleich dem sechsten »Uropoden« genannt) aber sind Sprungbeine mit nur wenigen Gliedern; ihren Sprüngen verdankt die Ordnung ihren deutschen Namen. Der Körper der meisten Flohkrebse ist seitlich zusammengedrückt.

Die Familie der GAMMARIDEN (Gammaridae) umfaßt Bewohner des Meeres wie des Süßwassers; in unseren Bächen ist der BACHFLOHKREBS (*Rivulogammarus pulex*) häufig. Andere Flohkrebse bevölkern Meerestiefen bis zu zehntausend Meter. In Quellen, die das Grundwasser speist, treten häufig kleine, farblose Flohkrebse zutage: BRUNNENKREBSE der Gattung *Niphargus*. Sie sind nicht etwa in das Grundwasser abgewanderte Nächstverwandte der Bachflohkrebse; ihre nächsten Verwandten sind teils noch sehende, teils schon blinde Flohkrebse der Gattungen *Eriopisa* und *Eriopisella*, die im Kies der Meeresküste leben. Von dort also wanderten die Vorfahren unserer Brunnenkrebse in das Grundwasser ab. Dieses ist im weiten Verbreitungsgebiet der Brunnenkrebse aber durchaus kein einheitliches Gewässer. So teilte sich die Gattung *Niphargus* hier in zahlreiche Arten und Unterarten auf, zu denen noch die Gattungen *Niphargellus*, *Niphargopsis* und *Microniphargus* traten. Ihre Verbreitung gibt uns Aufschlüsse über den einstigen Verlauf der Stromsysteme Europas vor Beginn der Eiszeiten. Brunnenkrebse leben aber auch am Grunde tiefer Voralpenseen, so von fünfzig Meter Tiefe abwärts im Bodensee.

Nicht nur im Meer, im Brack- und im Süßwasser, sondern sogar am Lande im feuchten Sand trifft man Angehörige der Familie der STRANDFLÖHE (Talitridae), so an unseren Küsten über der Wasserlinie unter den angespülten Algen den GEMEINEN STRANDFLOH (*Talitrus saltator*). Für den Strandfloh wie für den KÜSTENHÜPFER (*Orchestia gammarellus*) ist, vom Winde verweht, das Wiederfinden ihres schmalen Lebensraumes am Strande eine Lebensfrage. Als Kompaß dienen ihnen die Sonne, der Mond und die Schwingungsrichtung des polarisierten Himmelslichts. Ins Laboratorium verbracht, wandern die Krebschen doch stets in die Himmelsrichtung, in der daheim das Meer liegt, so die Tiere von der Nordseite einer Bucht nach Süden und die von ihrer Südseite nach Norden. Das tun selbst die im Laboratorium geborenen Jungen; in der Bevölkerung jedes Ortes ist die Richtung zum Meer erblich festgelegt, eine Folge der natürlichen Auslese, die jedes in falscher Richtung wandernde Krebschen zum Tode verurteilt.

Ein anderer überaus häufiger Bewohner unserer Küsten ist der in die Familie der COROPHIIDEN (Corophiidae) zählende WATTKREBS (*Corophium volutator*); von ihm können bis zu vierzigtausend Tiere einen Quadratmeter Wattfläche besiedeln! Von seiner Wohnröhre aus zieht er zur Nahrungssuche mit den kreisenden Antennen Schlick herbei; um die Mündung der Röhre

Ordnung Flohkrebse



Flohkrebs *Rivulogammarus lacustris*.



Widderkrebs in Lauerstellung.

bildet sich so im Laufe einer Ebbezeit ein deutlicher Hügel, der dem aufmerksamen Wattwanderer nicht entgehen kann. In den Algenbüscheln und Polypenstöckchen unserer Küsten findet man die Angehörigen der Familie der GESPENSTKREBSE (Caprellidae), höchst sonderbare Geschöpfe mit stabförmigen Bruststringen und rückgebildetem Hinterleib. Von den sieben Laufbeinpaaren sind die drei letzten zu Klammerhaken umgebildet, mit denen sich die Tiere in pflanzlichem oder tierlichem »Gestrüpp« festhalten; das vierte und das dritte Laufbeinpaar sind bei vielen Arten mehr oder weniger weit rückgebildet, doch tragen diese Körperringe bei den Weibchen die Brutplatten (S. 501). Die beiden vorderen Laufbeinpaare sind mit kräftigen Krallenschere (Subchelen, S. 470) bewehrt und dienen als Fangbeine der nach Fangschreckenart lauernd jagenden Krebschen. Sie bewegen sich wie Spanneraugen durch das Gestrüpp und sind ihm durch ihre Gestalt ausgezeichnet angepaßt. Unsere häufigsten Arten sind der GESPENSTKREBS (*Phtisica marina*; GL ♂ bis 20 mm, ♀ bis 16 mm), noch mit Krallenschere tragendem drittem und viertem Beinpaar, und der WIDDERKREBS (*Caprella linearis*; GL ♂ bis 20 mm, ♀ bis 14 mm) mit völlig rückgebildetem drittem und viertem Beinpaar. Mit der Rückbildung dieser Beine sowie des Hinterleibs schließt sich die Familie der WALLÄUSE (Cyamidae) an die Gespenstkrebsen an, doch sind sie in Anpassung an ihre Lebensweise als Hautschmarotzer von Walen völlig anders gestaltet. Wie bei anderen Hautschmarotzern (Läusen, Lausfliegen, Zecken) ist der Körper breit und flach, und seine verbliebenen fünf Laufbeinpaare tragen mächtige Krallenschere, mit denen sich die Krebse in der Walhaut verankern. In ihr erzeugen sie handtellergröße, bis zur Speckschicht reichende Löcher. Ein Befall von oft Tausenden dieser etwa fünfzehn Millimeter großen Schmarotzer schädigt selbst die großen Wale erheblich.

Die zweite von den Spaltfußkrebsen ausgehende Entwicklungsreihe ist durch die fortschreitende Rückbildung des Carapax gekennzeichnet. Damit entfällt natürlich auch die Atemtätigkeit seiner dünnhäutigen Innenseite; ihre Aufgabe übernehmen die Hinterleibsfüße (Pleopoden). Der letzte Hinterleibsring verschmilzt in dieser Reihe mit dem Endabschnitt (Telson) zu einem einheitlichen Stück. Auch die Ausbildung der Ausscheidungsorgane ging in dieser Reihe einen eigenen Weg. Während bei altertümlichen Spaltfußkrebsen sowohl Antennen- als auch Maxillendrüsen (S. 446) vorhanden sind und bei den Höheren wie bei den Flohkrebsen nur die Antennendrüse beibehalten wurde, blieb in dieser zweiten Entwicklungsreihe nur die Maxillendrüse. Eine fortschreitende Höherentwicklung läßt sich in ihr von den Kumazeen über die Scherenasseln bis zu den Asseln verfolgen, die in der Stammesentwicklung der Krebse eine Spitze darstellen.

Ordnung
Kumazeen

Ungewöhnlich mutet die Körperform der KUMAZEEN (Ordnung Cumacea) an, die einen aufgebläht wirkenden Vorderkörper und einen dünnen Hinterleib besitzen. Die meisten Arten leben im Meeresboden, aus dem sie nur den Vorderkörper herausstrecken. Das Krebschen *Diastylis rathkei* unserer Küsten ist ein Beispiel größter Siedlungsdichte: auf einem Quadratmeter zählte man schon zwölfhundert Tiere dieser Art.

Ordnung
Scherenasseln

Die SCHERENASSELN (Ordnung Tanaidacea) führen ihren Namen aufgrund ihrer asselartig flachen Gestalt und ihres ersten Laufbeinpaars, das mächtige

Scheren trägt. Ihr Carapax ist sehr viel kleiner als der der Kumazeen, umschließt aber noch jederseits eine kleine Atemhöhle. Wie die Kumazeen sind die Scherenasseln Meerestiere; an den deutschen Küsten lebt *Heterotanaïs oerstedii* (GL 2 mm), häufiger findet man im dichten Algenbewuchs des Mittelmeers *Tanaïs cavolinii* (GL 5 mm).

Die letzte Gruppe der Höheren Krebse, in der sie an Artenzahl (etwa viertausend) und an Anpassungsfähigkeit eine ähnliche Spitze erreichen wie in den Krabben, bildet die Ordnung der ASSELN (Isopoda). Sie haben vom Meer her nicht nur das Süßwasser erobert, sondern auch das Land. Einen Carapax besitzen sie nicht mehr, ihre Brustbeine sind kräftige Lauffüße, die Hinterleibsbeine dagegen sind blattförmig und meist so verbreitert, daß die beiden Äste nebeneinander keinen Platz finden und der Außenast vor den Innenast zu liegen kommt. In Ermangelung eines Carapax haben sie nun die Aufgabe der Atmung übernommen.

Mit einem Schwanzfächer ausgestattet sind die FÄCHERSCHWANZASSELN (Unterordnung Flabellifera). Zu ihnen zählen die teils von toten, teils von im Fangnetz wehrlosen Fischen lebenden, teils aber auch auf Fischen schmarotzenden FISCHASSELN verschiedener Familien, dazu aber auch die von Holz lebenden HOLZBOHRASSELN (Familie Limnoriidae). Arten der Gattung *Limnoria* (GL 5 mm) — bei uns *Limnoria lignorum* — zerstören trotz ihrer Kleinheit hölzerne Schiffsrümpfe, Hafenanlagen, Brückenpfeiler und ähnliche Bauten, in denen sie ihre Bohrgänge dicht an dicht anlegen. Mit Hilfe eines Zellstoff spaltenden Enzyms ihres Darmes verdauen sie Holz, doch dienen ihnen zugleich die in den Bohrgängen sich ansiedelnden Pilze zur Nahrung. Im Meer von der Küste bis in die Tiefsee (bis 9790 m), aber auch im Süßwasser leben Angehörige der Unterordnung ASELOTA. Reine Süßwasserbewohner sind alle WASSERASSELN (Familie Asellidae), von denen die GEMEINE WASSERASSEL (*Asellus aquaticus*) in stehenden oder nur schwach fließenden Gewässern häufig ist. Sie lebt hier von zerfallenden Pflanzenstoffen und pflanzt sich zweimal im Jahre fort, im zeitigen Frühjahr und dann wieder im Herbst. Den Winter übersteht sie selbst in flachen Gewässern, da sie das Einfrieren im Grundeis verträgt. Im Haushalt der Gewässer sind die Wasserasseln dank ihrer Häufigkeit ein wichtiges Mitglied der ersten Verbraucherschicht. Die ihr nahe verwandte HÖHLENASSEL (*Asellus cavaticus*) besitzt wie viele Höhlentiere keine Augen und fast keinen Farbstoff. Bemerkenswert ist, daß die in Süd-, West- und Mitteldeutschland, in der Schweiz, in Nordösterreich, Belgien, Frankreich und Südengland in Höhlengewässern und im Grundwasser verbreitete Art nicht derselben Untergattung angehört wie die Gemeine Wasserassel, sondern einer vorwiegend im Mittelmeerraum verbreiteten Untergattung (*Proasellus*), die heute im Verbreitungsgebiet der Höhlenassel nicht mehr angetroffen wird. »Das besagt, daß in früheren, wohl voreiszeitlichen Erdperioden die Untergattung auch oberirdisch eine weitere Verbreitung hatte, aus der sie aber wieder verdrängt wurde und als deren Relikte uns der heutige *Asellus cavaticus* verblieb.« (Stammer 1932)

Unterordnung
Fächerschwanzassemblen

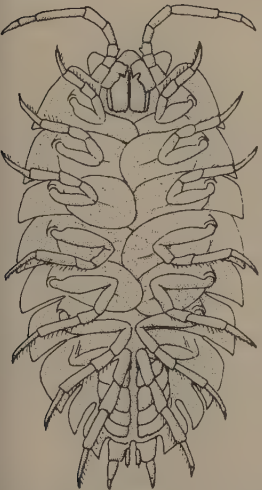
Eine der erfolgreichsten Gruppen der Höheren Krebse sind ohne Zweifel die LANDASSELN (Unterordnung Oniscoidea), denn man begegnet ihnen in allen Erdteilen, in feuchten Kellern wie in trockenen, heißen Wüsten, von

Unterordnung
Landasseln

der Meeresküste bis in das Hochgebirge, vom Äquator bis in die nördliche Tundra und die Steppe des Südens. Dennoch benötigen auch diese Landkrebse noch Feuchtigkeit und sogar echtes Tropfwasser, wenn auch nur in winzigen Mengen. Die Innenäste der Hinterleibsbeine müssen als Kiemen stets von einem dünnen Wasserfilm überzogen sein, den die überdeckenden Außenäste vor dem Verdunsten schützen. Erneuert wird dieses Wasser einmal dadurch, daß die Innenäste der letzten Hinterleibsfüße, der Uropoden, ein Saugrohr bilden, durch das von hinten Wasser zu den Kiemen gelangt. Aber auch am Brustabschnitt vieler Landasseln befindet sich unterseits ein eigentümliches Wasserleitungssystem, das den Kiemen von vorn Wasser zuführt. Verdunstungswasser ersetzen sie durch den Wassergehalt ihrer Nahrung; dazu trinken sie sowohl mit dem Mund als auch mit dem After. Zudem suchen sie für den Tag feuchte, geschützte Orte auf und verlassen sie meist nur in der Feuchte der Nacht. Keller- und Rollasseln besitzen zu den Kiemen noch echte Luftatmungsorgane in den »weißen Körpern«, die sich an den Seiten einiger oder aller Außenäste der Hinterleibsbeine befinden. Es sind das verzweigte Atemröhren (Tracheen) ähnlich denen der Spinnentiere, Tausendfüßer und Insekten, aber unabhängig von ihnen erworben. Fast alle Arten ernähren sich von pflanzlichen Abfallstoffen, doch auch von lebenden Pflanzenteilen, wenn sie nur weich und saftig sind.

Am ursprünglichsten unter allen Landasseln und noch im Wasser wie am Lande zu Hause ist die am Felsstrand und an den Steinblöcken der Hafenanlagen lebende STRANDASSEL (*Ligia oceanica*, GL 3 cm; Abb. S. 496). Sie sitzt tagsüber in den Felsspalten dicht über dem Wasserspiegel und flieht aufgestöbert ungemein flink in die nächste Spalte. Ihre Flucht führt sie auch oft in das Wasser hinein, in dem sie aber nicht zu schwimmen, sondern nur zu laufen vermag. Im Versuch ständig unter Wasser gehalten, hat sie hier 83 Tage ausgehalten, sich ernährt und sogar gehäutet. So ist sie von allen Landasseln noch in stärkstem Grad »beidlebig« (amphibisch). Atemröhren besitzt sie noch nicht; das gilt auch für die schwärzliche MAUERASSEL (*Oniscus asellus*, GL bis 18 mm; Abb. S. 496), ein reines Landtier. Bei der mit ihr oft vergesellschafteten KELLERASSEL (*Porcellio scaber*) sind sie an den ersten beiden Hinterleibsbeinen ausgebildet.

Von den Landasseln weist dagegen die ROLLASSEL (*Armadillidium vulgare*; vgl. Abb. S. 496) an allen fünf Hinterleibsbeinen (außer am letzten, dem Uropod) Tracheenorgane auf. Überhaupt ist unter allen einheimischen Landasseln die Rollassel in ihren Anpassungen an das Landleben am weitesten fortgeschritten. Sie besiedelt auch recht heiße Mauern und kommt auch bei Tage ins Freie. Sie kann sich zur Kugel einrollen; sie hat von allen geometrischen Körpern die im Verhältnis zur Masse geringste Oberfläche und damit bei unserer Assel die geringste Verdunstung. Zudem sind bei der eingerollten Assel die dünnen Gelenkhäute in das Innere eingeschlossen, wodurch der Wasserverlust herabgesetzt wird und die Gliedmaßen dem Zugriff von Feinden entzogen werden. Die Rollasseln sind hier stammesgeschichtlich den gleichen Weg gegangen wie unabhängig von ihnen unter den Tausendfüßern die Saftkugler (S. 513), die man an gleichen Orten antrifft und die man mit ihnen leicht verwechseln kann, wenn sie eingerollt sind.



Die Kellerasse von der Bauchseite.

An dunklen, mit Feuchtigkeit gesättigten Orten besonderer Art lebt die kleine, augenlose, weiße AMEISENASSEL (*Platyarthrus hoffmannseggii*; L 2 bis 4 mm): Man trifft sie nur in Bodennestern von Ameisen an. Etwa zwei Dutzend Ameisenarten können diese Tischgenossen (Kommensalen) beherbergen, doch werden offensichtlich unter ihnen solche Wirte bevorzugt, die viel Ameisensäure ausscheiden. Die Asseln suchen die Stellen des Baues auf, die von den Ameisen am dichtesten bevölkert sind, und hier finden sie ihre Hauptnahrung, den Kot der Ameisen. Im Versuch lassen sie sich aber auch ohne Ameisen halten, wie auch diese ohne ihre »Straßenfeger« auskommen. Die Ameisen kümmern sich meist nicht um die Mitbewohner ihres Nestes; wird gelegentlich eine neu zugewanderte Assel doch einmal angegriffen, so verfällt sie vorübergehend in einen Zustand der Starre, wobei sie ihr Hinterende der Angreiferin entgegenstreckt. Dann tritt aus den Außenästen ihres letzten Beinpaares ein Drüsensekret aus, das der Ameise den Mund verschmiert. Bezieht das Ameisenvolk ein neues Nest, so verbleiben die Asseln vorerst im alten, ziehen ihm dann aber meist nach. Den Weg finden sie, indem sie die Spur aus Ameisensäure wittern, die die ausziehenden Ameisen hinterließen. Versuche zeigten, daß sie selbst unterbrochenen Spuren zu folgen vermögen. Neben Ameisenkot verzehren die Asseln auch Pilzsporen, Einzeller und zersetzte Pflanzenstoffe, vor allem aber lieben sie Zucker; er wird ihnen als Honigtau von den in den Ameisennestern gepflegten Wurzelläusen (s. Band II, S. 202) oft geboten. Dadurch können die Asseln für ihre Wirte in bescheidenem Maße Nahrungskonkurrenten werden. Meist überwiegen die weiblichen Ameisenasseln an Zahl die männlichen. Sie setzen bei uns jährlich zwei oder höchstens drei Bruten ab. Die geringe Nachkommenszahl ist eine Anpassung an die im Ameisenstaat wenig Gefahren und Verlusten ausgesetzte Lebensweise. Ameisenasseln begegnet der Naturbeobachter häufig beim Umwenden von Steinen, unter denen sich Ameisennester befinden (bitte anschließend sorgfältig zurücklegen!). Im Gewimmel der Ameisen fallen die weißen Asseln sofort auf, flüchten aber schnell in die Tiefe des Nestes, ein Beweis dafür, daß sie auch ohne Augen das Licht wahrnehmen. Häufiger sind die Ameisenasseln in den Mittelmeerländern, dem Hauptgebiet ihrer Verbreitung.

Wir schließen die vielgestaltige Reihe der Höheren Krebse mit der noch wenig erforschten Unterordnung der SCHMAROTZERASSELN (Epicaridea). Sie schmarotzen alle auf anderen Krebsen, deren Blut sie saugen. Die Jungen haben noch durchaus die Gestalt einer Assel, und die Männchen behalten sie auch bei. Die Weibchen aber verändern ihre Körperform völlig: Die Mundgliedmaßen werden zu einem Saugkegel mit Stechorgan, und die übrigen Gliedmaßen verschwinden. Ihre »Krebsnatur« ist dann nicht mehr erkennbar.

Unterordnung
Schmarotzerasseln

Siebzehntes Kapitel

Die Tracheentiere

Unterstamm
Tracheentiere
von P. Rietschel

Die TRACHEENTIERE (Unterstamm Tracheata) sind wie die Chelicerentiere (s. S. 403) luftatmende Gliederfüßer, die sich in hohem Grade an das Leben am Lande angepaßt haben; auch die Wassertiere unter ihnen stammen von Landformen ab. Ihren Namen erhielten sie nach ihren Organen der Luftatmung, den »Tracheen« — röhrenförmigen Einstülpungen der Körperhaut und ihrer Deckschicht (Cuticula), die sich im Körper verzweigen und mit ihren feinsten Endigungen alle Organe, Gewebe und Zellen umspinnen. Sie können sogar in die Zellen eindringen und sie mit dem Sauerstoff der Luft versorgen, den bei den meisten anderen Tieren das Blut herbeiträgt. Bei den Tracheentieren ist es von dieser Aufgabe befreit; wir treffen daher in der als »Blut« bezeichneten Körperflüssigkeit der Tracheentiere nur ganz selten Blutfarbstoff an, dem sonst die Bindung des Sauerstoffs während des Transports obliegt. Die Tracheen münden bei ursprünglicher Ausprägung je Körperring (Segment) in einem Paar Atemöffnungen (Stigmen) nach außen. Durch Längsverbindungen können die Tracheen mit denen der Nachbarsegmente und durch Querverbindungen mit denen der Gegenseite verbunden sein. Auch andere Landgliederfüßer haben Tracheen ausgebildet, wie die Stummelfüßer, viele Chelicerentiere und einige Krebse; doch diese Luftatmungsorgane entstanden unabhängig von denen der Tracheaten, sie sind ihnen »analog«, nicht »homolog« (s. S. 398).

Auch in der Bildung der Kopfgliedmaßen bilden die Tracheentiere eine Einheit, sie schließen sich mit ihnen enger an die Krebstiere als an die Chelicerentiere an: Die Tracheaten besitzen ursprünglich ebenso zwei Fühlerpaare wie die Krebse: Das zweite Paar wird in der Entwicklung zwar vorübergehend angelegt, dann aber wieder rückgebildet.

Es ist üblich, die Tracheentiere in zwei Klassen einzuteilen: A. Tausendfüßer (Myriapoda), B. Kerbtiere oder Insekten (Hexapoda oder Insecta; s. Band II). Unter ihnen sind die Tausendfüßer nach ihrer Körpergliederung, dem Bau ihres Tracheensystems, ihres Nervensystems, ihrer Sinnesorgane und in ihren Anpassungen an die Umwelt die weniger hoch entwickelten.

Klasse
Tausendfüßer
von O. Kraus

Unter der Bezeichnung TAUSENDFÜßER (Klasse Myriapoda) werden mehrere Teilgruppen der Tracheentiere zusammengefaßt. Ihnen allen ist rein äußerlich gemeinsam, daß ihr Körper aus einer größeren Zahl annähernd gleichartiger Ringe (Segmente) zusammengesetzt ist. Dem entspricht eine verhält-

nismäßig hohe Zahl von Beinpaaren; sie schwankt zwischen acht und etwa zweihundertvierzig. Der deutsche Name »Tausendfüßer« kommt also im Grunde einer Übertreibung gleich.

Diese beachtliche Schwankungsbreite in der Anzahl der Gliedmaßen könnte bereits darauf hindeuten, daß die Tausendfüßer überhaupt keine stammesgeschichtliche Einheit darstellen. Weitere Besonderheiten ihres Körperbaues, insbesondere der Kopfkapsel und der Mundgliedmaßen, weisen in die gleiche Richtung. Wahrscheinlich müssen Doppelfüßer (s. unten) mit den Wenigfüßern (s. S. 513), ferner Hundertfüßer (s. S. 514) und Zwergfüßer (s. S. 514) als gesonderte eigene Klassen gelten, wobei vor allem die Zwergfüßer beachtenswerte Anklänge an den Körperbau der Insekten zeigen. Da die verwandtschaftlichen Beziehungen der genannten Teilgruppen noch nicht geklärt sind, wird die bisherige Einheit »Tausendfüßer« hier noch beibehalten. In stammesgeschichtlicher Hinsicht stellen sie wohl das Gegenstück (»Schwestergruppe«) zu den Insekten dar; zumindest aber schließen sie es im Falle der Zwergfüßer ein. Alle Tausendfüßer sind Festlandtiere; in seltenen Fällen (*Hydroschendyla*) drangen sie bis in die Gezeitenzone des Meeres vor.

Da von Tausendfüßern nur wenige Versteinerungen aus früheren Erdzeitaltern vorliegen, können wir bis jetzt daraus keine stammesgeschichtlichen Hinweise entnehmen. Seit dem Obersilur sind sie mit den Archipolypoda (Gattung *Euphoberia*) nachgewiesen. Sichere Doppelfüßer sind seit dem Oberkarbon (Gattung *Anthracoilulus*, *Glomeropsis*), Hundertfüßer seit der Oberkreide (Gattung *Calciphilus*) bekannt. Interessant ist das Vorkommen von Großformen zur Steinkohlenzeit, zum Beispiel die Gattung *Acantherpestes*; manche davon, so *Arthropleura*, zeigen einen sehr altertümlichen Bauplan.

Oft werden die DOPPELFÜSSER (Unterklasse Diplopoda, KL bis 28 cm, meist wesentlich kleiner) auch als »Tausendfüßer im engeren Sinne« bezeichnet. Es handelt sich um eine sehr alte Tiergruppe, denn sie ist bereits aus dem Altertum der Erdgeschichte (Paläozoikum) in reicher Entfaltung überliefert. So liegen zum Beispiel zahlreiche vorzüglich erhaltene Reste aus der Gaskohle Böhmens (späte Steinkohlenzeit) vor.

Die Doppelfüßer haben, ihrem hohen Alter entsprechend, wesentliche Veränderungen der Erdoberfläche gleichsam »miterlebt«. Beispielsweise ist heute sicher nachgewiesen, daß Südamerika und Afrika einst in direktem Zusammenhang standen (einheitlicher Kontinent). Die Verbreitung der Schnurfüßerfamilie Spirostreptidae spiegelt dies noch heute wider. Etwas überspitzt ausgedrückt, könnte man sagen, sie »beginnen gerade zu merken«, daß ihr Verbreitungsgebiet inzwischen durch den Atlantischen Ozean zerteilt wurde — ein Vorgang, der sich bereits in der Trias anbahnte und in der Kreide (vor rund achtzig Jahrmillionen), großräumig vollzogen wurde.

Die Rumpfringe sind bei den Doppelfüßern paarweise verschmolzen, so daß Doppelsegmente gebildet werden; bei den höher entwickelten Formen als geschlossene Zylinder ausgebildet und jeweils nach vorn etwas verjüngt. Dadurch wird ermöglicht, daß ein solcher »Einschubzylinder« immer teleskopartig im hintersten Abschnitt des vorhergehenden steckt. Entsprechend der Doppelnatur der Rumpfringe jeweils zwei Beinpaare je Ring ausgebildet

1. Riesenkugler aus dem tropischen Afrika (s. S. 513, Bauchseite, natürliche Größe)

2. und 3. Gerandeter Saftkugler (*Glomeris marginata*; s. S. 513, Abb. S. 496), 2 eingerollt von der Seite, 3 gestreckt von der Rückseite, natürliche Größe

4. und 5. Schnurfüßer *Cylindroiulus londinensis* (s. S. 513), 4 eingerollt, 5 gestreckt, natürliche Größe

6. Schnurfüßer *Schizophyllum sabulosum* (s. S. 513, Abb. S. 496, natürliche Größe)

7. Riesenschnurfüßer *Graphidostreptus* (s. S. 513, natürliche Größe) aus Afrika

8. und 9. Abgeplatteter Bandfüßer (*Polydesmus complanatus*; s. S. 513, Rückenansichten), 8 in natürlicher Größe, 9 2¹/₂mal vergrößert

10. Riesenbandfüßer *Platyrhacus* (s. S. 513, natürliche Größe) vom Amazonas

11. Pinselfüßer (*Polyxenus lagurus*; s. S. 512, 30fach vergrößert)

Unterklassen Doppelfüßer, Wenigfüßer, Hundertfüßer und Zwergfüßer von O. Kraus



Großmann



Hundertfüßer (Unterklasse Chilopoda;

s. S. 514):

1. Leuchtender Erdläufer (*Geophilus electricus*;

s. S. 515, unten in natürlicher Größe)

2. Skolopender, *Scolopendra subspinipes* (s. S. 515)

3. Spinnenassel, *Scutigera coleoptrata* (s. S. 516)

4. Der im Volksmund als »Tausendfüßer« bezeichnete Braune Steinläufer (*Lithobius forficatus*; s. S. 515, oben in natürlicher Größe)

(Ausnahme: erster Ring ohne, zweiter bis vierter Ring mit nur einem Beinpaar). Kopfkapsel mit Gliederantennen und beiderseitigen Augen, die sich als bloße Anhäufung von Einzelaugen (Ocellen) erweisen (Abb. 11, S. 509); manche Formen sind völlig blind (Abb. 8–10, S. 509). Vorderste Mundgliedmaßen als kräftige Mandibeln entwickelt. Hierauf folgt nur noch ein weiteres zum Kopf gehöriges Gliedmaßenpaar, das in der Mitte verwachsen ist und den Mundvorraum nach unten (bzw. hinten) abschließt. Da sich ganz ähnliche Verhältnisse bei den Wenigfüßern (s. S. 513) wiederholen, können beide Gruppen zu einer höheren Einheit zusammengefaßt werden — den »Zweikiefern« (Dignatha). Hinterende des Körpers von einem Endstück gebildet, das drei klappenartige Anhänge trägt, eine untere unpaare und zwei seitliche paarige Klappen, die sich bei der Abgabe von Kot wie Flügeltüren öffnen.

Die meisten Doppelfüßer bewohnen Feuchtluft-Lebensräume, insbesondere die Mulm- und Moderschichten der Wälder. Von wenigen räuberischen Höhlenformen (Gattung *Apfelbeckia*) abgesehen, ernähren sie sich von abgestorbenen Pflanzenteilen, also Moder, aber auch von Algen, Früchten, gelegentlich auch von totem Getier. Vor ihren natürlichen Feinden sind sie zunächst durch das in den meisten Fällen sehr harte, panzerartige Außenskelett wirksam geschützt. Darüber hinaus sind bei ihnen chemische Abwehrstoffe weit verbreitet. Die BANDFÜSSER (s. S. 513), an ihrer bezeichnenden Gestalt meist leicht zu erkennen (Abb. 8–10, S. 509), erzeugen Blausäure.

Eine Zoologin sammelte im tropischen Afrika größere lebende Tiere dieser Gruppe und benutzte hierzu einen Sack aus Plastikfolie. Sie berichtete mir, daß die solcherart auf engem Raum zusammengepferchten Tausendfüßer an ihrer eigenen Blausäureausscheidung zugrunde gingen. Außerdem war die betreffende Forscherin wohl etwas unvorsichtig, vielleicht auch ahnungslos; denn während sie den Plastikbeutel immer wieder öffnete, um neue Tiere hineinzutun, muß sie selbst von dem Giftgas eingeatmet haben, was bei ihr immerhin vorübergehende Benommenheit und Schwindelgefühl hervorrief.

Andere Doppelfüßer, die SCHNURFÜSSER I. W. S. (Julida; s. S. 512, Abb. 4–7, S. 509), erzeugen ein womöglich noch gefährlicheres Gift: ein Gemisch zweier Chinone. Diese Stoffe wirken nicht nur keimtötend, sie sind außerdem stark haut- und vor allem schleimhautreizend; ihr Geschmack ist äußerst brennend. Da sie chemisch dem Primin (dem Inhaltsstoff der Primeln) sehr nahe stehen, wird verständlich, daß Eingeborene diese »Chinontiere« vor allem in Zusammenhang mit Überempfindlichkeit (Allergien) fürchten. Eine dritte Gruppe von Abwehrstoffen wurde kürzlich bei Saftkuglern (s. S. 513; Abb. 2 bis 3, S. 509) festgestellt: Hier fand Schildknecht ein Alkaloid, dessen unvorstellbar bitterer Geschmack sogar denjenigen des Chinins noch wesentlich übertrifft. Einer Maus, die einmal ein solches Tier im Mund hatte, wird wohl für immer der Appetit auf Saftkugler vergangen sein!

Die Keimdrüsen der Doppelfüßer münden nicht etwa am Hinterende ihres Körpers aus, sondern im Bereich der Hüften des zweiten Beinpaares. Das Männchen nimmt den Samen mit umgestalteten Beinpaaren — meist denen des siebenten Körperrings — auf; mit Hilfe dieser »Begattungsfüße« wird

die eigentliche Samenübertragung vollzogen. Aus den später abgelegten Eiern gehen Larven mit bemerkenswert wenigen Körperringen — und somit wenigen Beinpaaren — hervor. Von Häutung zu Häutung wird dann die Zahl dieser Doppelringe vermehrt, so daß schließlich deren endgültige Anzahl zustande kommt. Diese Erscheinung der Sprossung erinnert in bestechender Weise an die als »Teloblastie« bezeichnete Entstehung der Körperringe bei den Gliederwürmern (s. S. 361); vielleicht ist diese uralte Erscheinung gleichsam noch bis in die Stammesgeschichte der Doppelfüßer hinein »mitgeschleppt« worden.

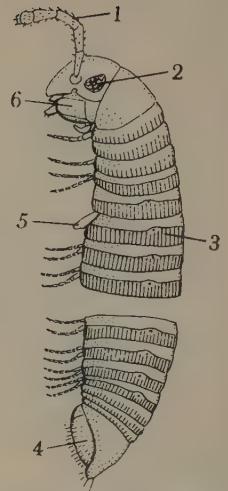
Eine ganz merkwürdige Erscheinung wurde bei SCHNURFÜßERN I. E. S. (Familie Julidae) beobachtet: Das Männchen stirbt nach der Begattung nicht ab, es häutet sich vielmehr und zeigt danach nur noch rückgebildete, lediglich durch Knospen angedeutete Begattungsorgane. In dieser Hinsicht gleicht es nunmehr wieder einem vor der Reifehäutung stehenden Tier. Durch eine weitere Häutung, die im Grunde einer abermaligen Reifehäutung entspricht, entsteht nochmals ein begattungsfähiges Männchen. Dieser Vorgang kann sich mehrfach wiederholen. Fragt man nach dem biologischen Sinn dieser Erscheinung, kann man nur folgern, daß auf diese Weise ein Überangebot männlicher Tiere zustande kommt, was dazu führt, daß die Aussicht der Weibchen, begattet zu werden, entsprechend vergrößert ist. Ins Menschliche übertragen, könnte man sagen, hier werde demselben Tier das »Jünglingsalter« mehrfach beschert.

Die Zahl der bekannten Arten dürfte bei achttausend liegen, die der tatsächlich vorhandenen Formen ist aber sicher wesentlich größer. Insbesondere tropische Gebiete sind bisher nur stichprobenartig erforscht. Das wird allein schon dadurch deutlich, daß noch immer jede Expeditionsausbeute aus entlegeneren Gebieten weitaus mehr unbekannte als bereits beschriebene Arten enthält. — Hier können nur die wichtigsten Gruppen anhand einiger Beispiele vorgestellt werden.

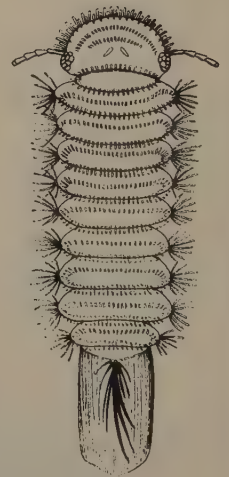
Alle PINSELFÜSSER (Ordnung Pselaphognatha) sind ziemlich klein (KL 2 bis 5 mm). Ihre äußere Körperbedeckung ist — im Gegensatz zu allen anderen Doppelfüßern — weich und unverkalkt. In Mitteleuropa ist der PINSELFÜSSER (*Polyxenus lagurus*; Abb. 11, S. 509) häufig und allgemein verbreitet. Die aus Kopf und elf Rumpfringen zusammengesetzten Tierchen tragen auf der Oberseite zahlreiche zierliche Börstchen, die gesetzmäßig angeordnet sind. Am Hinterende stehen zwei dichte Büschel feiner glasiger Haare. Man findet Pinselfüßer allenthalben unter Rinde; ich selbst habe sie zum Beispiel regelmäßig an feuchteren Standorten unter der Rinde ungepflegter Apfelbäume angetroffen. Sie ernähren sich von Algen, aber auch von zersetzten Rindenstoffen. In Mitteleuropa tritt fast nur eine Pinselfüßerform auf, die sich mittels Jungfernzeugung (Parthenogenese) vermehrt; die von ihr abgedrängte zweigeschlechtliche Ausgangsform kommt unter anderem noch auf der Insel Sylt vor.

Den Pinselfüßern werden alle übrigen Doppelfüßer als CHILOGNATHEN (Ordnung Chilognatha) gegenübergestellt; sie sind mehr oder weniger hart, da in ihr Außenskelett Kalk eingelagert ist.

Zu einer ersten Unterordnung (Opisthandria) gehören die bereits erwähn-



Schnurfüßer (nur Vorder- und Hinterende gezeichnet). 1 Antenne, 2 Augen, 3 Wehrdrüsenöffnung, 4 Afterklappe, 5 Begattungsorgan, 6 Mandibeln.



Pinselfüßer

ten SAFTKUGLER (Familie Glomeridae) mit der wichtigsten Gattung *Glomeris* (Abb. 2–3, S. 509). Unsere häufigste Art, der GERANDETE SAFTKUGLER (*Glomeris marginata*; KL 7–20 mm), ist regelmäßig in der Laubstreu der Wälder anzutreffen. Die Abbildung 3' auf Seite 509 zeigt das spiegelglatte Tier in eingeroltem Zustand. Wesentlich größer werden die im südlichen Afrika und in dem indoaustralischen Gebiet verbreiteten RIESENKUGLER (Familie Sphaerotheriidae). Auch sie können sich zu einem kugelförmigen Gebilde einrollen. In Abbildung 1 auf Seite 509 ist ein afrikanischer Vertreter der Gruppe (Weibchen) von unten zu sehen; dabei ist deutlich zu erkennen, daß bei diesen Tieren (wie bei allen Opisthandria) »noch« keine geschlossenen Einschubzylinder ausgebildet sind: Die Rückenplatten bedecken den Körperschildförmig von oben; die Unterseite wird von den beintragenden Bauchplatten gebildet, denen jederseits eine Längsreihe von Seitenplatten angefügt ist.

Von der zweiten Unterordnung (Proterandria) seien hier zunächst die BANDFÜSSER (Polydesmida) genannt. Bei diesen stets blinden Tieren ist die vordere Hälfte eines jeden Doppelsegments einfach-zylindrisch gestaltet; die hintere Hälfte trägt dagegen fast immer jederseits einen flügelartigen Fortsatz (»Seitenflügel«), auf dem auch die Wehrdrüsen-Poren liegen. Meist zwanzig Körperringe. Der ABGEPLATTETE BANDFÜSSER (*Polydesmus complanatus*; Abb. 8–9, S. 509) ist in Mitteleuropa weit verbreitet und vor allem unter Steinen und altem Holz anzutreffen. Es gibt eine ganze Reihe weiterer, im äußeren Erscheinungsbild sehr ähnliche Arten. Tropische Formen erreichen teils eine beachtliche Körpergröße, zum Beispiel *Platyrhacus* (Abb. 10, S. 509) aus den Urwäldern des oberen Amazonas.

Im Gegensatz hierzu zeigen die Vertreter der SCHNURFÜSSER I. W. S. (Julida) eine drehrunde Gestalt; die Zahl ihrer Körperringe ist meist wesentlich größer (bis etwa 121). *Cylindroiulus londinensis* (= *C. teutonicus*; KL 18–37 mm; Abb. 4–5, S. 509) lebt vor allem in unbewaldeten Gebieten Europas und kann als Schädling von Kulturpflanzen auftreten. Auffällig gefärbt ist *Schizophyllum sabulosum* (KL 15–30 mm; Abb. 6, S. 509), ein verhältnismäßig schlankes Tier mit doppeltem gelbem Rückenstreif. Es lebt in Mitteleuropa vor allem auf Gesträuch und Gestrüpp; seine auffällige Zeichnung ist eine Warnfärbung (Chinontiere). Sehr große, fast fingerdicke Arten der Schnurfüßer leben in den Tropen. Hier ist als Beispiel eine Art der tropisch-afrikanischen Gattung *Graphidostreptus* (Abb. 7, S. 509) vorgestellt. Es gibt zahlreiche, im äußeren Erscheinungsbild sehr ähnliche Gattungen.

Unterklasse Wenigfüßer

Im Bau der Kopfkapsel ähneln die WENIGFÜSSER (Unterklasse Pauropoda; KL bis 1,9 mm) den Doppelfüßern: bei beiden Gruppen, die vermutlich unmittelbar miteinander verwandt sind, treten nur zwei Mundgliedmaßen-Paare auf. Lediglich einige sehr ursprüngliche Formen mit zwölf Rückenplatten und elf Laufbeinpaaren; meist nur sechs Rückenplatten und neun Beinpaare (Zahl der Rückenplatten geringer als Gesamtzahl der Körperringe, da diese zum Teil nur auf der Bauchseite deutlich).

Wenigfüßer sind zarte, teils weiße (farblose), teils dunkler gefärbte Bodentiere, die in Moder, unter Steinen und auch in Bodenspalten vorkommen.

Sie sind auf feuchte Lebensräume angewiesen; von einigen Arten ist bekannt, daß sie in normaler Zimmerluft infolge Wasserverlusts bereits nach einigen Minuten absterben. Soweit bekannt, ernähren sich Wenigfüßer zu- meist von Pilzfäden, die angebissen und ausgesogen werden. Bisher sind ge- gen 370 Arten beschrieben worden, von denen der mitteleuropäische *Pauro- pus silvaticus* hier wiedergegeben ist.

*Pauropus silvaticus*

Nach dem Bau der Kopfkapsel unterscheiden sich die ZWERGfüßER (Un- terklasse Symphyla; KL bis 8 mm, meist jedoch geringer) grundsätzlich von Doppel- und Wenigfüßern: Bei den Zwergfüßern sind drei Mundgliedmaßen- Paare vorhanden. Dies bedeutet, daß hier ein Körperring mehr in den Kopf- abschnitt einbezogen ist als bei den beiden hier schon geschilderten Unter- klassen. In dieser Besonderheit stimmen die Zwergfüßer mit den Insekten (s. Band II) überein. Diese Gemeinsamkeit und noch andere Merkmale wei- sen die Zwergfüßer tatsächlich als unmittelbare Verwandte der Insekten aus.

Unterklasse Zwergfüßer

Zwölf Laufbeinpaare sind vorhanden; am Körperende ein Paar auffälli- ger Spinngriffel (umgewandeltes Beinpaar). Zahl der Rückenplatten — in Um- kehrung der Verhältnisse bei den Wenigfüßern — größer als die der Bein- paare (durch Untergliederung ursprünglich einheitlicher Rückenplatten-An- lagen im Laufe der Entwicklung).

Auch die bleichen Zwergfüßer bewohnen — ihrer Zartheit entsprechend — Feuchtluft-Lebensräume des Bodens; sie kommen in der Bodenstreu, in Mo- der und unter Steinen vor. Als Nahrung dienen ihnen zarte Pflanzenteile, auch Wurzeln, wodurch sie unter Umständen in Gärtnereien und Gewäch- shäusern schädlich werden; sie verzehren aber auch kleine Gliedertiere. Etwa 120 Arten sind bisher bekannt. Hier wird der ZWERGSKOLOPENDER (*Scuti- gerella immaculata*; KL bis 8 mm) als Beispiel genannt; die Art ist über Nordamerika, Europa und Nordafrika verbreitet und tritt auch auf Hawaii auf, oft als Schädling in der oben genannten Weise.



Zwergskolopender

In die Kopfkapsel der HUNDERTfüßER (Unterklasse Chilopoda; KL bis 26,5 cm) sind wie bei den Zwergfüßern gleichfalls drei Gliedmaßenpaare einbezogen. Der grundsätzliche Unterschied zwischen beiden Gruppen be- steht jedoch darin, daß nur die zwei vorderen Gliedmaßenpaare als Mund- werkzeuge (im strengen Sinne) tätig sind; das dritte Paar ist hingegen ta- stenartig ausgebildet: Es kann, wie Kaestner treffend formuliert, zwar »Nah- rungsstücke halten, nicht aber bearbeiten«. Hundertfüßer sind sofort an der besonderen Ausformung des zum ersten Rumpfring gehörigen Beinpaares zu erkennen. Es ist zu mächtigen »Kieferfüßen« umgestaltet. Der Vorderrand der Grundplatte trägt fast immer grobe Zähne, während die daran ange- fügten Endabschnitte der Gliedmaßen als gewaltige, am Ende zugespitzte Klauen mit Giftdrüsen ausgeformt sind.

Unterklasse Hundertfüßer

Jeder Körperring der Hundertfüßer hat eine Rückenplatte und ein Bein- paar; Zahl der Laufbeine merkwürdigerweise stets ungerade, zwischen 15 und mehr als 171 schwankend, Augen teils völlig fehlend, teils in Form weniger Punktaugen (Ocellen), bei den Spinnenasseln als große Komplexaugen ausge- bildet. Bodenbewohner, die sich überwiegend von anderen Tieren ernähren.

Die Hundertfüßer lassen sich klar in vier Ordnungen gruppieren: Erdläufer (s. unten) und Skolopender (s. unten); Steinläufer (s. unten) und Spinnenasseln (s. unten). Den ersten beiden Gruppen ist gemeinsam, daß die Tiere bereits beim Verlassen des Eies über die endgültige Zahl von Körperringen verfügen; sie werden oft unter der Bezeichnung »Epimorpha« zusammengefaßt. Die Vertreter der beiden anderen Ordnungen verlassen dagegen das Ei mit nur vier bis sieben Laufbeinpaaren, und die volle Zahl der Körperringe wird erst im Laufe der Wachstumshäutungen erreicht; als »Anamorpha« lassen sie sich den »Epimorpha« gegenüberstellen.

Ordnung
Erdläufer

Die ERDLÄUFER (Ordnung Geophilomorpha; KL bis 22,5 cm, meist jedoch viel kleiner) sind hell-hornbraun gefärbt, von zartem Bau, und lassen sich ohne weiteres an der verhältnismäßig großen Zahl ihrer Körperringe erkennen (stets mehr als 30, teils sogar über 171). Fortbewegung verhältnismäßig langsam. Keine Augen. Vorkommen unter Steinen, in der Bodenstreu, vor allem aber auch in den oberen Bodenschichten, wo sie Spalten bewohnen oder sich eingraben. *Pachymerium ferrugineum*, eine in Mitteleuropa und darüber hinaus häufige Art, scheidet aus Poren seiner Bauchplatten einen nach bitteren Mandeln riechenden Abwehrstoff aus: Es handelt sich, wie erst 1968 ermittelt wurde, um Blausäure. Zu den häufigeren Formen Mitteleuropas zählt weiterhin der LEUCHTENDE ERDLÄUFER (*Geophilus electricus*; KL 3,5–4,5 cm; Abb. 1, S. 510). Das Tier verdankt seinen Namen einem leuchtenden Stoff, der gleichfalls über Poren der Bauchplatten abgegeben wird. Insgesamt gibt es mindestens tausend Erdläuferarten.

Ordnung
Riesenläufer

Die RIESENLÄUFER oder SKOLOPENDER (Ordnung Scolopendromorpha; KL bis 22,5 cm) sind meist kräftiger, hornbraun, teils sogar dunkelbraun bis grünlich gefärbt. Einige Augen vorhanden, kleinere Formen oft blind. Skolopender erkennt man an der Zahl der Beinpaare: Es sind 21 oder 23. Sie laufen im Gegensatz zu den Erdläufern verhältnismäßig schnell und leben gleichfalls unter Steinen, unter denen viele Arten Wohnkammern oder sogar ganze Gangsysteme anlegen. Die größeren Vertreter warmer Länder, auch bereits diejenigen des Mittelmeergebiets, sind ausgesprochen wehrhafte Tiere, deren Biß beträchtliche Schmerzen bereitet. Dies gilt zum Beispiel für *Scolopendra subspinipes* (Abb. 2, S. 510), die über alle Tropen und die meisten subtropischen Gebiete verbreitet ist.

Ordnung
Steinläufer

Geringer ist die Zahl der Laufbeinpaare und damit auch die der Körperringe bei den STEINLÄUFERN (Ordnung Lithobiomorpha): Die beiden letzten der stets fünfzehn Beinpaare bei den erwachsenen Tieren sind etwas verlängert und werden als »Schleppbeine« bezeichnet. KL bis etwa 4,5 cm, meist kleiner (2–3 cm). Bemerkenswert schnell laufende Bodentiere, besonders unter Steinen. Beute wird durch die Tastsinnesorgane vor allem der Fühler gefunden; entfernt man die Fühler, so verhungert das Tier. Der BRAUNE STEINLÄUFER (*Lithobius forficatus*; KL bis 3,2 cm; Abb. 4, S. 510) ist eine der häufigsten größeren Arten Mitteleuropas. Insgesamt über tausend beschriebene »Arten«, tatsächliche Artenzahl wahrscheinlich geringer.

Ordnung
Spinnenasseln

Die außergewöhnlich langbeinigen SPINNENASSELN (Ordnung Scutigero-morpha) ähneln den Steinläufern in mancher Hinsicht; auch hier fünfzehn Paar Laufbeine, die dünnen Endglieder jeweils in zahlreiche Unterabschnitte

zerteilt. Fühler gleichfalls überaus lang. Besonders merkwürdig das Atmungssystem. Anstelle des bei Hundertfüßern sonst allgemein vorhandenen Tracheensystems treten unpaare Atemschlitze in der Mitte der Hinterkante der meisten Rückenplatten auf: Es handelt sich um eine Sonderbildung nur dieser Gruppe («Tracheenlungen»).

Spinnenasseln sind ungewöhnlich schnell dahinhuschende Jäger, die man bei voller Tätigkeit kaum noch mit dem Auge verfolgen kann. Ihre größte Formenfülle finden wir in den Tropen. Die Spinnenassel des Mittelmeergebiets, *Scutigera coleoptrata* (KL bis 2,6 cm; Abb. 3, S. 510), dringt bis nach Mitteleuropa vor, ist hier jedoch auf klimatisch begünstigte Stellen beschränkt, zum Beispiel auf dem Kaiserstuhl. Sonst trifft man sie am ehesten in Weinbergen.

Literaturhinweise

Das Verzeichnis enthält eine Auswahl allgemeinverständlicher Bücher in deutscher Sprache zu allen dreizehn Bänden der Enzyklopädie. Abkürzungen: Aufl. = Auflage; Bd. = Band; Bde. = Bände; BLV = Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München; dtv = Deutscher Taschenbuch-Verlag, München; Hrsg. = Herausgeber; KUB = Kindlers Universitäts-Bibliothek, München; NB = Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen, Wittenberg-Lutherstadt; SG = Sammlung Göschen, Walter de Gruyter u. Co., Berlin; UAW = Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest; VW = Verständliche Wissenschaft.

BAND I-XIII (allgemein)

A. ENZYKLOPÄDIEN

- (1) *Knaurs Tierreich in Farben*. 7 Bde. Droemersch Verlag, München/Zürich ab 1956.
- (2) *Urania Tierreich*. 6 Bde. Urania Verlag, Leipzig/Jena/Berlin; Harri Deutsch, Frankfurt M./Zürich ab 1967.
- (3) Zur Strassen, O. (Hrsg.): *Brehms Tierleben*. 4. Aufl. 13 Bde. Bibliographisches Institut, Leipzig 1918, Neudruck 1930.
- (4) Müller, A. H.: *Lehrbuch der Paläozoologie*. 3 Bde. in 7 Teilen. VEB Fischer, Jena 1963–1970.

B. LEHRBÜCHER UND NACHSCHLAGEWERKE

- (1) *ABC Biologie*. Harri Deutsch, Frankfurt M.
- (2) Ax, P.: *Die Entdeckung neuer Organisationstypen im Tierreich*. NB 258, 1960.
- (3) Geiler, H., Hennig, W., und H. Dathe: *Taschenbuch der Zoologie*. 4 Bde. VEB Thieme, Leipzig.
- (4) Kaestner, A.: *Lehrbuch der Speziellen Zoologie*. Fischer, Jena/Stuttgart (noch nicht abgeschlossen; neue Aufl. ab 1967).
- (5) Kühn, A.: *Grundriß der allgemeinen Zoologie*. 15. Aufl. Thieme, Stuttgart 1964.
- (6) Rensch, B., und G. Dürker: *Biologie II [Zoologie]*. Fischer-Lexikon. Fischer, Frankfurt M. 1963.
- (7) *Das Tierreich*. 7 Bde. in 14 Teilen. SG (ab 1953).
- (8) Vogel, G., und H. Angermann: *dtv-Atlas zur Biologie*. 2 Bde. 2. Aufl., dtv 1968.
- (9) Wurmbach, H.: *Lehrbuch der Zoologie*. 2 Bde. 2. Aufl. Fischer, Stuttgart 1968, 1970.

C. TIERWELT EINZELNER LEBENSRAÜME

- (1) De Haas, W., und F. Knorr: *Was lebt im Meer?* Franckh, Stuttgart 1965.
- (2) Brauer, A. (Hrsg.): *Die Süßwasserfauna Deutschlands*. Fischer, Jena.
- (3) Brohmer, P.: *Deutschlands Pflanzen- und Tierwelt*. 7 Bde. Quelle und Meyer, Heidelberg.
- (4) Engelhardt, W.: *Was lebt im Tümpel, Bach und Weiher?* Franckh, Stuttgart 1962.
- (5) Grimpe, G., und E. Wagler (Hrsg.): *Die Tierwelt*

der Nord- und Ostsee. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1925–1955.

- (6) Luther, W., und K. Fiedler: *Die Unterwasserfauna der Meeresküsten*. Parey, Hamburg/Berlin 1967.
- (7) Riedl, R.: *Fauna und Flora der Adria*. Parey, Hamburg/Berlin 1963.
- (8) Wesenberg-Lund, C.: *Biologie der Süßwassertiere*. Springer, Berlin/Wien 1939.

D. PARASITEN UND SYMBIONTEN

- (1) Brumpt, E., Neveu-Lemaire, M., und A. Ehrhardt: *Praktischer Leitfaden der Parasitologie des Menschen*. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- (2) Buchner, O.: *Tiere als Mikrobenzüchter*. VW 75. Springer, Berlin/Heidelberg 1960.
- (3) Kotlán, A.: *Helminthologie*. UAW, 1960.
- (4) Martini, E.: *Wege der Seuchen*. Enke, Stuttgart (3. Aufl.).
- (5) Osche, G.: *Die Welt der Parasiten*. VW 87. Springer, Berlin/Heidelberg 1966.
- (6) Piekarski, G.: *Lehrbuch der Parasitologie*. Springer, Berlin/Heidelberg 1954.

E. BESTIMMUNGSWERKE

- (1) Brohmer, P.: *Fauna von Deutschland*. Quelle und Meyer, Heidelberg 1969.
- (2) Brohmer, P., Ehrmann, P., und G. Ulmer (Hrsg.): *Die Tierwelt Mitteleuropas*. Quelle und Meyer, Leipzig 1929–1936 (vielbändiges Handbuch, nicht abgeschlossen).
- (3) Dahl, F. u. D., und P. Peus (Hrsg.): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeres- teile*. VEB Fischer, Jena (vielbändiges Werk, noch im Erscheinen).
- (4) Döderlein, L.: *Bestimmungsbuch* (3 Bde. mit Insekten, Weich- und Wirbeltieren). Oldenbourg, München/Berlin 1955.
- (5) Stresemann, E.: *Exkursionsfauna*. 3 Bde. in 4 Teilen. Volk und Wissen, Berlin 1955, 1967, 1969.

F. PALÄONTOLOGIE

- (1) Kuhn, O.: *Lehrbuch der Paläozoologie*. Schweizerbarth, Stuttgart 1949.
- (2) Müller, A. H.: *Lehrbuch der Paläozoologie*. 3 Bde. in 7 Teilen. VEB Fischer, Jena 1963–1970.
- (3) Müller, A. H., und H. Zimmermann: *Aus Jahrmillionen, Tiere der Vorzeit*. VEB Fischer, Jena.
- (4) Thenius, E.: *Paläontologie*. Franckh, Stuttgart 1970.
- (5) — : *Versteinerte Urkunden*. Springer, Berlin/Wien 1963.

G. VERHALTEN

- (1) Baeumer, E.: *Das dumme Huhn. Verhalten des Haushuhns*. Kosmos-Bändchen 242. Franckh, Stuttgart 1964.
- (2) v. Buddenbrock, W.: *Wie orientieren sich die Tiere?* Kosmos-Bändchen 212. Franckh, Stuttgart 1956.
- (3) Dethier, V. G., und E. Stellar: *Das Verhalten der Tiere*. Franckh, Stuttgart 1964.
- (4) Eibl-Eibesfeldt, I.: *Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung*. Piper, München 1969.
- (5) Koehler, O.: *Die Aufgabe der Tierpsychologie*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1968.
- (6) Köhler, W.: *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen*. Springer, Berlin 1921.
- (7) Lorenz, K.: *Das sogenannte Böse*. Borotha-Schöler, Wien 1963.
- (8) — : *Er redet mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen*. Borotha-Schöler, Wien 1949.
- (9) — : *So kam der Mensch auf den Hund*. Borotha-Schöler, Wien 1950.
- (10) — : *Über tierisches und menschliches Verhalten*. Piper, München 1965.
- (11) Remane, A.: *Das soziale Leben der Tiere*. Rowolts deutsche Enzyklopädie, Bd. 97. 1960.
- (12) Tinbergen, N.: *Instinktlehre*. 2. Aufl. Parey, Berlin 1956.
- (13) — : *Tiere untereinander*. 2. Aufl. Parey, Berlin 1967.

H. ÄUSSERE ERSCHEINUNG

- (1) Portmann, A.: *Die Tiergestalt*. Herder-Bücherei 240.
- (2) Wickler, W.: *Mimikry*. 2. Aufl. Kindler, Mü. 1971.

I. PHYSIOLOGIE

- (1) Hanke, W.: *Hormone*. SG 1141/1141a. 1969.
- (2) Schmidt-Nielsen, Kn.: *Physiologie der Tiere*. Franckh, Stuttgart 1965.
- (3) Wells, M.: *Wunder primitiven Lebens*. KUB, 1968.

J. DIE ZELLE

- (1) Loewy, A. G., und Ph. Siekevitz: *Die Zelle*. BLV, 1967.

- (2) McElroy, W.: *Biochemie und Physiologie der Zelle*. Franckh, Stuttgart 1964.
- (3) Swanson, C. P.: *Die Zelle*. Franckh, Stuttgart 1964.

K. ENTWICKLUNG (ONTOGENIE)

- (1) Ebert, J. D.: *Entwicklungsphysiologie*. BLV, 1967.
- (2) Pflugfelder, O.: *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte und Entwicklungsphysiologie der Tiere*. 2. Aufl. VEB Fischer, Jena 1969.
- (3) Seidel, H.: *Entwicklungsphysiologie der Tiere*. SG 1162/1163 1953.

L. VERERBUNGSLEHRE (GENETIK)

- (1) Botsch, W.: *Morsealphabet des Lebens*. Kosmos-Bändchen 245. Franckh, Stuttgart 1969.
- (2) Beadle, G. und M.: *Sprache des Lebens*. Eine Einführung in die Genetik. Fischer, Frankfurt M. 1969.
- (3) Kühn, A.: *Grundriß der Vererbungslehre*. 4. Aufl. Quelle und Meyer, Heidelberg 1965.
- (4) Levine, R. P.: *Genetik*. BL, 1966.

M. ABSTAMMUNGSLEHRE

- (1) De Beer, G.: *Atlas der Evolution*. BLV 1966.
- (2) Dobzhansky, Th.: *Die Entwicklung des Menschen*. Parey, Berlin 1962.
- (3) Heberer, G.: *Allgemeine Abstammungslehre*. Musterschmidt, Göttingen 1949.
- (4) Lange, E.: *Mechanismen der Evolution*. NB 433, 1971.
- (5) Mertens, R.: *Die »Typostrophien-Lehre« im Lichte des Darwinismus*. Kramer, Frankfurt M. 1947.
- (6) Rensch, B.: *Neuere Probleme der Abstammungslehre*. 2. Aufl. Enke, Stuttgart 1954.
- (7) Savage, J. M.: *Evolution*. BL, 1966.
- (8) Schindewolf, O. H.: *Fragen der Abstammungslehre*. Kramer, Frankfurt M. 1947.
- (9) Simpson, G. G.: *Zeitmaße und Ablaufformen der Evolution*. Deutsche Übersetzung von G. Heberer. Musterschmidt, Göttingen 1951.

N. TIERGEOGRAPHIE

- (1) De Latin, G.: *Grundriß der Zoogeographie*. VEB Fischer, Jena 1967.
- (2) Schilder, F. A.: *Lehrbuch der allgemeinen Zoogeographie*. VEB Fischer, Jena 1956.

O. PHILOSOPHIE

- (1) Hartmann, M.: *Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften*. Fischer, Jena 1948.
- (2) Rensch, B.: *Biophilosophie*. Fischer, Stuttgart 1968.

P. ZOOLOGISCHE GÄRTEN UND NATURPARKS

- (1) Engelhardt, W.: *Die letzten Oasen der Tierwelt*.

6. Aufl. Umschau-Verlag, Frankfurt M.; Pinguin-Verlag, Innsbruck 1968.
- [2] Kirchshofer, R.: *Zoologische Gärten der Welt. Die Welt des Zoo*. Umschau-Verlag, Frankfurt M.; Pinguin-Verlag, Innsbruck 1966.

Q. TIERFOTOGRAFIE

- [1] Bode, Fr.: *Mikrophotographie für Jedermann*. Franckh, Stuttgart.
- [2] Olberg, G.: *Wissenschaftliche Tierphotographie*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1960.

- [3] Paysan, K.: *Naturfotografie für Jedermann*. Franckh, Stuttgart 1963.

R. ZEITSCHRIFTEN

- [1] *Das Tier*. Internationale Tierillustrierte. Hallwag, Bern und Stuttgart (erscheint monatlich).
- [2] *Kosmos*. Bild unserer Welt. Franckh, Stuttgart (erscheint monatlich).
- [3] *Mikrokosmos*. Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie und mikroskopische Technik. Franckh, Stuttgart (erscheint monatlich).

BAND I

Das Verzeichnis enthält eine Auswahl allgemeinverständlicher Bücher in deutscher Sprache zu den in diesem Band behandelten Tieren. Abkürzungen wie auf S. 517. A 1, A 2 usw. verweist auf das allgemeine Literaturverzeichnis auf S. 517.

EINZELLER

- Doflein, F., und E. Reichenow: *Lehrbuch der Protozoenkunde*. 6. Aufl. VEB Fischer, Jena 1953.
- Matthes, D., und F. Wenzel: *Wimpertiere (Ciliata)*. Franckh, Stuttgart 1966.
- Mayer, M.: *Kultur und Präparation der Protozoen*. Franckh, Stuttgart 1966.
- Göke, G.: *Meeresprotozoen*. Franckh, Stuttgart 1963.
- Grell, K. G.: *Protozoologie*. 2. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg/New York 1956.
- Grospietsch, Th.: *Wechseltierchen (Rhizopoden)*. Franckh, Stuttgart 1965.
- Schönborn, W.: *Beschalte Amöben (Testacea)*. NB 357, 1966.
- Weitere Literaturhinweise: D 1, D 6, E 3 und F 2 (s. oben).

SCHWÄMME

- Literaturhinweise enthalten in: C 1, C 3, C 5, C 6, C 7, C 8, E 3 und F 2 (s. oben).

HOHLTIERE

- Wenzel, B.: *Glastiere des Meeres – Rippenquallen*. NB 213, 1958.
- Weitere Literaturhinweise: C 1, C 3, C 5, C 6, C 7, C 8, E 3 und F 2 (s. oben).

PLATTWÜRMER (PLATHELMINTHES)

- Henke, G.: *Die Strudelwürmer des Süßwassers*. NB 299, 1962.
- Löliger-Müller, B.: *Parasitische Würmer*. NB 192, 1957.
- Weitere Literaturhinweise: C 2, C 8, D 1, D 3 und D 6 (s. oben).

RÄDERTIERE (ROTATORIA)

- Donner, J.: *Rädertiere (Rotatorien)*. Franckh, Stuttgart 1956.

- Donner, J.: *Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Rädertiere)*. Akademie-Verlag, Berlin 1965.
- Voigt, M.: *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas*. Bornträger, Berlin 1957.
- Wulfert, K.: *Rädertiere*. NB 416, 1969.

FADENWÜRMER

- Decker, H.: *Phytonematologie*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1969.
- Goffart, H.: *Nematoden der Kulturpflanzen Europas*. Parey, Berlin 1951.
- Kämpfe, L.: *Rüben- und Kartoffelälchen*. NB 80, 1952.
- Meyl, A. H.: *Fadenwürmer (Nematoden)*. Franckh, Stuttgart 1961.
- Müller, B.: *Parasitische Würmer*. NB 192, 1957.
- Weitere Literaturhinweise: D 1, D 3, D 6 und E 3 (s. oben).

GLIEDERWÜRMER

- Herter, K.: *Der Medizinische Blutegel und seine Verwandten*. NB 381, 1967.
- Darwin, Ch.: *Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer mit Beobachtung über deren Lebensweise*. Ch. Darwins gesammelte Werke, übersetzt von J. V. Carus, Bd. XIV/1. Schweizerbarth, Stuttgart 1882.
- Weitere Literaturhinweise: C 1, C 2, C 3, C 5, C 6, C 7, C 8 und E 3 (s. oben).

SPINNENTIERE

- Crome, W.: *Die Wasserspinne*. NB 44, 1951.
- : *Taranteln, Skorpione und Schwarze Witwen*. NB 167, 1956.
- Hirschmann, W.: *Milben*. Franckh, Stuttgart 1966.
- Karg, W.: *Räuberische Milben im Boden*. NB 296, 1962.

- Müller, E. W.: *Milben an Kulturpflanzen*. NB 270, 1960.
- Pötzsch, J.: *Von der Brutpflege heimischer Spinnen*. NB 324, 1963.
- Weygold, P.: *Moos- und Bücherskorpione*. NB 356, 1966.
- Wiehle, H.: *Vom Fanggewebe einheimischer Spinnen*. NB 12, 1949.
- : *Aus dem Spinnenleben wärmerer Länder*. NB 138, 1964.
- Weitere Literaturhinweise: C 3 und E 3 (s. oben).

KREBSTIERE

- Herbst, H. V.: *Blattfußkrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasserflöhe)*. Franckh, Stuttgart 1962.

- Kiefer, Fr. Fr.: *Ruderfußkrebse (Copepoden)*. Franckh, Stuttgart 1960.
- Lüling, K. H.: *Schmarotzende Ruderfußkrebse*. NB 99, 1953.
- Müller, H.: *Die Flußkrebse*. NB 121.
- Panning, A.: *Die Chinesische Wollhandkrabbe*. NB 70, 1952.
- Vollmer, C.: *Wasserflöhe*. NB 45, 1952.
- : *Kiemenfuß, Hüpferling und Muschelkrebs*. NB 57, 1952.
- Weitere Literaturhinweise: C 1, C 2, C 3, C 5, C 6, C 7, C 8, E 3 und F 2 (s. oben).

TAUSENDFÜßER

- Dobroruka, L. J.: *Hundertfüßer*. NB 281, 1961.
- Seifert, G.: *Die Tausendfüßer*. NB 273, 1961.
- Weitere Literaturhinweise: E 3.

Systematische Übersicht

Wegen der Artenfülle der Niederen Tiere wurde darauf verzichtet, sämtliche Gattungen und Arten in der Systematischen Übersicht zu nennen. Die meisten Stämme und Klassen dieses Bandes enthalten sehr viel mehr Tiere, als im Text genannt werden konnten. Die Seitenzahlen mit * beziehen sich auf Farb- und Randabbildungen, Seitenzahlen ohne * auf den Hauptartikel; ein Strich anstelle der Seitenzahl gibt im Text nicht erwähnte Gattungen und Arten an. † bedeutet fossil.

UNTERREICH EINZELLER (PROTOZOA)

Klasse Geißelträger (Flagellata)

Ordnung Goldmonaden (Chrysomonadina)

Familie Chromulinidae		Familie Ochromonadidae	
<i>Chromulina rosanoffii</i>	96	<i>Dinobryon sertularia</i>	305/306* 96
Familie Rhizochrysidae		Familie Coccolithophoridae	96
<i>Rhizochrysis, Chrysarachnion</i>	89	Familie Silicoflagellaten	97

Ordnung Cryptomonadina

<i>Chilomonas paramecium</i>	97
------------------------------	----

Ordnung Pflanzenmonaden (Phytomonadina)

Familie Chlamydomonadidae		Familie Volvocidae	
<i>Haematococcus</i>	107* —	<i>Volvox</i>	81
<i>Chlamydomonas nivalis</i>	98		

Ordnung Euglenoidinen (Euglenoidina)

Familie Eugleniden (Euglenidae)		Familie Peranemidae	
<i>Euglena viridis</i>	88* 92	<i>Peranema trichophorum</i>	88* 95
<i>Eu. gracilis</i>	92		
<i>Phacus</i>	95* —		

Ordnung Panzergeißler (Dinoflagellata)

Familie Ceratidae		<i>Goniaulax</i>	98
<i>Ceratium hirundinella</i>	88* —	<i>Gyrodinium</i>	—
Familie Noctilucidae		<i>Ornithocercus magnificus, Peridinium divergens, Histioneis remora, Ceratocoris horrida</i>	88* —
<i>Noctiluca miliaris</i>	88* 97	<i>Erythropsis pavillardii</i>	97* —
Familie Gymnodinidae		<i>Merodinium</i>	115
<i>Gymnodinium catenella, G. pascheri,</i>			

Ordnung Protomonadina

Familie Eumonadidae	<i>Costia necatrix</i>	98
----------------------------	------------------------	----

Familie Kragengeißler (Craspedomonadidae)

<i>Protospongia haeckeli</i>	98* 99
<i>Salpingoeca amphoroideum</i>	173* —

<i>Tr. brucei</i>	99* 99
<i>Tr. rhodiense</i>	99
<i>Tr. melophagium</i> , <i>Tr. evansi</i> , <i>Tr. equinum</i> , <i>Tr. equiperdum</i> , <i>Leishmania tropica</i> , <i>L. donovani</i>	100

Familie Trypanosomen (Trypanosomatidae)

<i>Trypanosoma gambiense</i>	99* 107* 99
------------------------------	-------------

Ordnung Diplomonadina

<i>Octomitus muris</i> , <i>Giardia muris</i>	101	<i>Giardia (Lamblia) intestinalis</i>	101* 101
---	-----	---------------------------------------	----------

Ordnung Polymastigina**Familie Trichomonadidae**

<i>Trichomonas ardindeitelli</i>	—
<i>Tr. hominis</i> , <i>Tr. tenax</i> (= <i>elongata</i>), <i>Tr.</i> <i>vaginalis</i>	102
<i>Tr. fecalis</i>	—

Familie Pyronymphidae**Familie Hypermastigidae**

<i>Joenia annectens</i>	88* —
<i>Trichonympha turkestanica</i> , <i>Microspiro-</i> <i>nympha porferi</i> , <i>Kofoidia loriculata</i>	102* —
<i>Hoplonympha</i> , <i>Rhynchonympha</i> , <i>Urinympha</i> , <i>Barbulanympha</i>	102

Familie Calonymphidae

<i>Calonympha grassii</i>	88* —
---------------------------	-------

Ordnung Opalinina

<i>Protopalina</i> , <i>Zelleriella</i> , <i>Cepedeia</i>	103	<i>O. dimidiata</i>	103
<i>Opalina ranarum</i>	103* 103		

Klasse Wurzelfüßer (Rhizopoda)**Ordnung Nacktamöben (Amoebina)**

<i>Amoeba proteus</i>	305/306* 104* 104	<i>Naegleria</i> , <i>Pelomyxa palustris</i>	105
<i>A. polypodia</i>	104* —	<i>P. binucleata</i>	104* —
<i>Thecamoeba verrucosa</i>	—	<i>Entamoeba coli</i> , <i>E. gingivalis</i> , <i>Ruhramoeba</i> (<i>E. histolytica</i>)	106
<i>Hartmannella</i>	104	<i>Malpighiella mellificae</i>	109
<i>Astramoeba radiosa</i>	—		

Ordnung Schalamöben (Testacea)

<i>Euglypha alveolata</i> , <i>Arcella</i> , <i>Lequeureusia</i> <i>spiralis</i>	305/306* 110	<i>Diffugia pyriformis</i> , <i>Centropyxis aculeata</i>	110
---	--------------	--	-----

Ordnung Lochträger (Foraminiferen)

<i>Globigerina</i>	110	<i>P. pertusus</i>	107* —
<i>G. hulloides</i>	93* —	<i>Nummulites orbiculatus</i> , <i>Bulimina inflata</i> , <i>Nodosaria spinicosta</i> , <i>Bolivina alata</i> , <i>Fron-</i> <i>dicularia alata</i> , <i>Polystomella aculeata</i>	93* —
<i>Heterostegina</i>	110	<i>Elphidium</i> (= <i>Polystomella</i>) <i>crispum</i>	110* —
<i>Lagena interrupta</i> , <i>L. spiralis</i> , <i>Miliola</i> <i>striolata</i> , <i>M. reticulata</i>	93* —		
<i>Peneroplis planata</i>	93* —		

Ordnung Sonnentierchen (Heliozoa)**Unterordnung Actinophrydia**

<i>Actinophrys sol</i> , <i>Actinosphaerium</i> <i>eichhorni</i>	305/306* 112
---	--------------

Unterordnung Centrohelidia
Ordnung Radiolarien, Strahlentierchen (Radiolaria)
Unterordnung Stachelstrahlige (Acantharia)

Acantholoncha flavosa, *Stauracantha* quadrifurca 94* —

Unterordnung Schaumstrahlige (Spumellaria)

Hexacantium asteracanthion 94* —

Unterordnung Korbstrahlige (Nassellaria)

Triceraspyris gazella, *Cyrtophormia spiralis*, nae, *Calocyclos monumentum* 94* —
Pterocorys rhinoceros, *Clathrocanium regi-*

Unterordnung Phaeodaria
Klasse Sporentierchen (Sporozoa)
Ordnung Gregarinen (Gregarinida)
Unterordnung Schizogregarinida
Unterordnung Gregarinen i. e. S. (Eugregarinida)

Monocystis 116 morpha, Gr. steini 117
Gregarina blattarum, *Gr. cuneata*, *Gr. poly-* Corycella armata 116* —

Ordnung Kokzidien (Coccidia)
Unterordnung Schizokokzidien (Schizococcidia)

Familie Eimeridae

Eimeria stiedae 118* 118
Ei. tenella, *Ei. zuerni*, *Isospora*, *Toxo-*
plasma gondii 118

Familie Haemosporidae

Plasmodium 119
Pl. vivax 114* 120
Pl. ovale, *Pl. malariae*, *Pl. falciparum* 120

Klasse Wimpertiere (Ciliata)
Ordnung Ganzbewimperte (Holotricha)
Unterordnung Nacktmünder (Gymnostomata)

Nasentierchen (*Didinium nasutum*) 305/306* 123 maria olor) 305/306* 128
Coleps hirtus, *Schwanentierchen* (*Lacry-* Gänsetierchen (*Dileptus anser*) 128

Unterordnung Wimpermänder (Trichostomata)

Kappentierchen (*Colpoda cucullus*) 128

Unterordnung Hautmänder (Hymenostomata)

Pantoffeltierchen (*Paramecium*) 108* 305/306* 123 P. caudatum 124
P. aurelia 113* 124 Busentierchen (*Colpidium colpoda*) 305/306* 128
Grünes Pantoffeltierchen (*P. bursaria*), Ichthyophthirius multifiliis 128

Unterordnung Mundlose (Astomata)
Ordnung Glockentierchen (Peritricha)
Unterordnung Seßhafte Peritriche (Sessilia)

<i>Vorticella</i>	305/306*	129	<i>Ophrydium versatile</i>	129
<i>V. nebulifera</i>	113*	—	<i>Carchesium</i>	108* 129
<i>Epistylis, Opercularia, Zoothamnium,</i>				

Unterordnung Bewegliche Peritriche (Mobilia)

<i>Trichodina domerguei</i>	129	<i>Polypenlaus (Tr. pediculus)</i>	113* 129
-----------------------------	-----	------------------------------------	----------

Ordnung Spiralwimperlinge (Spirotricha)
Unterordnung Verschiedenbewimperte (Heterotricha)

Trompetentierchen (<i>Stentor</i>), Graues Trompetentierchen (<i>St. roeseli</i>), <i>Spirostomum ambiguum</i> , <i>Nyctotherus cordiformis</i>	130	Grünes Trompetentierchen (<i>St. polymorphus</i>)	113* 130
Blaues Trompetentierchen (<i>Stentor coeruleus</i>)	305/306* 130	<i>Bursaria truncatella</i>	108* —
		<i>Balanidium coli</i>	130* 130

Unterordnung Bauchwimperlinge (Hypotricha)

Muscheltierchen (<i>Stylonychia mytilus</i>)	130* 130
--	----------

Unterordnung Wenigbewimperte (Oligotricha)

Springwimperling (<i>Halteria grandinella</i>)	131	Familie Tintinnidae	131
--	-----	---------------------	-----

Unterordnung Pansen- und Darminfusorien (Entodiniomorpha)

Geschwänztes Pansenwimpertierchen (<i>Entodinium caudatum</i>), <i>Diplodinium denticu-</i>	<i>latum</i>	113* —
---	--------------	--------

Ordnung Trichterwimperlinge (Chonotricha)

<i>Spirochona gemmipara</i>	131
-----------------------------	-----

Ordnung Saugtierchen (Suctoria)

<i>Choanophrya infundibulifera</i>	132* 132	(<i>Ephelota gemmipara</i>), <i>Dendrocometes paradoxus</i>	132
<i>Tachyblaston ephelotensis</i> , Strahlenfuß			

Klasse Cnidosporidia

Ordnung Myxosporidia

Familie Myxobolidae		<i>Myxobolus pfeifferi</i>	133
<i>Myxobolus, Henneguya</i>	107* —		

Ordnung Actinomyxidia

Ordnung Microsporidia

Familie Nosematidae	<i>Nosema bombycis, N. apis</i>	134
---------------------	---------------------------------	-----

(Klasse) Haplosporidia

(Klasse) Sarcosporidia

<i>Sarcocystis miescheriana</i> , <i>S. tenella</i>	135	<i>S. muris</i> , <i>S. lindemanni</i> , <i>S. fusiformis</i>	136
---	-----	---	-----

(Klasse) Piroplasmida

Familie Theileridae

<i>Theileria parva</i>	136
------------------------	-----

Familie Babesidae

<i>Babesia bigemina</i> , <i>B. canis</i>	137
---	-----

UNTERREICH VIELZELLER (METAZOA)

Teilreich und Stamm Mitteltiere (Mesozoa)

Ordnung Orthonectida

<i>Rhopalura</i>	138* —
------------------	--------

Ordnung Dicyemida

<i>Dicyema</i>	139* 138	(?) <i>Trichoplax adhaerens</i>	138
----------------	----------	---------------------------------	-----

Teilreich Parazoen (Parazoa)

Stamm Schwammtiere (Spongia)

Klasse Pleospongien († Archaeocyatha)

† <i>Archaeocyathus</i>	109* —
-------------------------	--------

Klasse Kalkschwämme (Calcarea)

Ordnung Homocoela

Familie Homocoelidae	158	<i>L. complicata</i> , <i>L. variabilis</i>	155
<i>Leucosolenia</i>	150* 151* 154* 142	<i>L. botryoides</i>	158
<i>L. coriacea</i>	142		

Ordnung Wabenkalkschwämme (Heterocoela)

Familie Sycettidae	158	Familie Knollenkalkschwämme (Leuconidae)	158
<i>Sycetta primitiva</i>	—	<i>Leuconia</i> (= <i>Leucandra</i>) <i>nivea</i>	158
<i>Sycon</i>	154* 153	<i>L. aspera</i>	159
<i>S. raphanus</i> , <i>S. setosum</i>	153	<i>Leucandra aspera</i>	143
<i>S. ciliatum</i>	158		

Ordnung Pharetronida

<i>Petrobionta massiliana</i>	159
-------------------------------	-----

Klasse Glasschwämme (Hexactinellida)

Ordnung Hexasterophora

Gießkannenschwamm (<i>Euplectella aspergil-</i> <i>lum</i>)	160	<i>Farrea occa</i>	159
		<i>Lophocalyx philippensis</i>	155* —

Ordnung Amphidiscophora

<i>Hyalonema</i>	173* 160	<i>Pheronema raphanus</i>	160* —
<i>H. thomsoni</i>	161* 160	<i>Monoraphis chuni</i>	162* 160

Klasse Gemeinschwämme (Demospongiae)

Ordnung Strahlschwämme (Tetraxonida)

Unterordnung Homosclerophora

Familie Oscarellidae	Fleischschwamm (<i>Oscarella lobularis</i>)	161
----------------------	---	-----

Unterordnung Sigmatophora

Familie Tetillidae	<i>Tetilla cranium</i>	—
--------------------	------------------------	---

Unterordnung Astrophora

Familie Pachastrellidae	—	<i>Stelleta grubii</i> , <i>Penares helleri</i> , <i>Ancorina cerebrum</i>	—
-------------------------	---	--	---

Poecillastra compressa

Familie Stelletidae	Familie Geodiidae	161
	<i>Geodia cydonium</i>	161

Unterordnung Astromonaxonellina

Familie Donatiidae	162	Häuschenschwamm (<i>Suberites domuncula</i>),	
Meerorange (<i>Tethya aurantium</i>)	148* 162	Feigenschwamm (<i>S. ficus</i> = <i>Ficulina ficus</i>)	162
Familie Chondrosiidae	162	Familie Spirastrellidae	
Nierenschwamm (<i>Chondrosia reniformis</i>)	162	<i>Spirastrella cunctatrix</i>	146* 147* 149* —
Familie Polymastiidae	162	Familie Bohrschwämme (Clionidae)	162
<i>Polymastia mamillaris</i>	162	<i>Cliona viridis</i> , <i>Cl. lobata</i>	—
Familie Korkschwämme (Suberitidae)	162	<i>Cl. celata</i>	163

Ordnung Netzfaserschwämme (Cornacuspongida)

Unterordnung Protorhabdina

Familie Mycalidae	<i>Mycale massa</i>	—
-------------------	---------------------	---

Unterordnung Poikilorhabdina

Familie Myxillidae	—	<i>Crella rosea</i>	—
<i>Myxilla rosacea</i>	—	Familie Microcionidae	
Familie Tedaniidae	—	<i>Microciona armata</i>	—
<i>Tedania anhelanus</i>	—	Familie Clathriidae	
Familie Crellidae		<i>Clathria coralloides</i>	—

Unterordnung Phthinothabidina

Familie Axinellidae	<i>Axinella verrucosa</i> , <i>A. polypoides</i>	—
---------------------	--	---

<i>A. cannabina</i>	145*	—
<i>Phakellia ventillabrum</i>	166*	—

Familie Gelliidae

<i>Gellius angulatus</i> , <i>Adocia grossa</i> , <i>A. cinerea</i> ,		
<i>A. rosea</i>	—	

Familie Süßwasserschwämme (Spongillidae)	163	
Teichschwamm (<i>Spongilla lacustris</i>)	148*	164
<i>Sp. fragilis</i>		153
<i>Sp. igloviformis</i>		156
Flußschwamm (<i>Ephydatia fluviatilis</i>)		164
<i>E. muelleri</i>	148*	153

<i>Heteromeyenia baileyi</i> (= <i>H. repens</i>), <i>H.</i>		
<i>stepanowii</i>		—
<i>Trochospongilla horrida</i> , <i>Ochridaspongia</i>		
<i>rotunda</i> , <i>Lubomirskia baicalensis</i>		164
<i>Drulia</i> (= <i>Parmula</i>) <i>browni</i>	164*	164

Familie Chalinidae

Geweihschwamm (<i>Haliclona oculata</i>), <i>H.</i>		
<i>cratera</i>		—

Familie Ciocalypidae

Brotkrustenschwamm (<i>Halichondria panicea</i>)		166
<i>Hymeniacion sanguinea</i>		—

Unterordnung Aporhabdina**Familie Dysideidae**

<i>Dysidea fragilis</i> , <i>D. topha</i>	—	
<i>D. spinifera</i>	155	

Familie Badeschwämme (Spongiidae)

Dalmatiner Schwamm (<i>Spongia officinalis</i>)	148*	165
Feiner Levantiner (<i>Sp. o. mollissima</i>),		
Elefantenohrschwamm (<i>Sp. o. lamella</i>),		
Zimokkaschwamm (<i>Sp. zimocca</i>), Gelb-		

schwamm (<i>Sp. irregularis</i>), Pferdeschwamm		
(<i>Hippospongia communis</i>), Saint- oder		
Velvetschwamm (<i>H. c. meandriiformis</i>),		
Grasschwamm (<i>H. c. cerebriformis</i>)		165
Wollschwamm (<i>H. canaliculata</i>)		165

Familie Aplysinidae

<i>Verongia</i> (= <i>Aplysina</i>) <i>aerophoba</i>		166
<i>V. fistularis</i>		156

Ordnung Baumfaserschwämme (Dendroceratida)**Familie Halisarcidae**

Gallertschwamm (<i>Halisarca dujardini</i>)	166	
---	-----	--

<i>Aplysilla rosea</i>		167
<i>A. sulfurea</i>		—
<i>Dendrilla rosea</i>	166*	—

Familie Darwinellidae

Teilreich Echte Vielzeller (Eumetazoa)

UNTERABTEILUNG HOHLTIERE (COELENTERATA)

Stamm Nesseltiere (Cnidaria)**Klasse Hydrozoen (Hydrozoa)****Ordnung Athekaten — Anthomedusen (Atheicata — Anthomedusae)**

Familie Corynidae	188	
<i>Coryne sarsi</i> , <i>Sarsia tubulosa</i> , <i>S. gemmifera</i>	188	

Familie Pennariidae

Familie Milleporidae	237*	189
Feuerkorallen (<i>Millepora</i>)	198*	237* 238* 189
<i>M. platyphyllus</i>		238* 189

Familie Branchiocerianthidae

<i>Branchiocerianthus imperator</i>	188	
-------------------------------------	-----	--

Familie Tubulariidae

Köpfchenpolypen (<i>Tubularia</i>)	188*	188
<i>Euphysa aurata</i>	184*	—
<i>Corymorpha nutans</i> (= <i>Steenstrupia nutans</i>)	184*	188

Familie Margelopsidae**Familie Cladonemidae**

<i>Cladonema radiatum</i>	188*	188
---------------------------	------	-----

Familie Eleutheriidae*Eleutheria dichotoma* 184* —**Familie Clavidae**Keulenzpolyp (*Cordylophora caspia*) 189**Familie Hydractiniidae***Podocoryne carnea*, *Hydractinia echinata* 190**Familie Rathkeidae****Familie Bougainvilliidae****Familie Pandeidae***Perigonimus*, *Leuckartiaria nobilis* 184* —**Familie Stylasteridae***Stylaster* 237* 189**Familie Eudendriidae**

251 188

Ordnung Limnohydrinen — Limnomedusen (Limnohydrina — Limnomedusae)*Craspedacusta sowerby* 190*Gonionemus vertens* 191*Olindias phosphorica* 198* 192**Ordnung Hydrinen (Hydrina)**Grüne Hydra (*Chlorohydra viridissima*) 187

Hydra 198* 187

Braune Hydra (*H. vulgaris*), Graue Hydra
(*H. oligactis*), *Protohydra leuckarti* 187**Ordnung Halammohydrinen (Halammohydrina)***Halammohydra octopodides* 192**Ordnung Staatsquallen (Siphonophora)****Unterordnung Siphonanthen (Siphonanthae)****Familiengruppe Physophoren (Physophorae)****Familie Rhizophysidae***Forskalia contorta* 194**Familie Physaliidae***Agalma elegans* 195Seeblase oder Portugiesische Galeere
(*Physalia physalis*) 198* 271* 194*Halistemma rubra* 271* —**Familie Apolemiidae****Familie Physophoridae***Physophora hydrostatica* 271* 195**Familie Forskaliidae****Familie Rhodaliidae****Familiengruppe Calycophoren (Calycophorae)****Familie Sphaeronectidae****Familie Diphyidae****Familie Prayidae***Chelophyes appendiculata* 271* 195*Praya diphyes* 271* —*Muggiaea kochii* 195*Stephanophyes superba* 195**Familie Abylidae****Familie Hippopodiidae***Abylopsis* 193* —*Hippopodius hippopus* 195*A. tetragona* 271* —**Unterordnung Diskonanthen (Disconanthae)**Segelqualle (*Velella spirans*) 271* 195*V. velella* 198* 195*Porpita porpita* 205

Ordnung Thekaphoren — Leptomedusen (Thecaphora — Leptomedusae)

Familie Plumularidae

Litocarpia myriophyllum, *Aglaophenia*
pluma 207

Familie Campanulariidae

Laomedeia (= *Obelia*) 206
Obelia 206* —

Familie Campanulinidae

Campanulina 207* 207
Aequorea forskalea, *Laodicea* (= *Cuspidella*) *undulata*, *Octorchis* (= *Campanopsis*)
gegenbauri 207

Familie Sertulariidae

Zypressenmoos (*Sertularia cupressina*),
Korallenmoos (*Hydrallmania falcata*) 206
Sertularella 198* —

Ordnung Trachymedusen (Trachymedusae)

Rhopalonema velatum, *Aglantha digitalis*,
Liriope tetraphylla 208
Rüsselqualle (*Geryonia proboscidalis*) 184* 208

Pantachodon rubrum, *Haliscera papillosum* 208
Aglaura hemistoma 181* 184* —

Ordnung Narkomedusen (Narcomedusae)

Pegantha, *Polypodium*, *Cunina octonaria* 208
Solmissus albescens 184* 208

Solmundella bitentaculata 184* 209

Ordnung Stromatoporen († Stromatoporoidea)

† *Stromatopora*

177

† *Trupetostroma*

170* —

Ordnung † Sphaeractinoiden

† *Sphaeractinia*

177

Klasse Conularien († Conulata) Klasse Echte Quallen (Scyphozoa)

Ordnung Stielquallen (Stauromedusae)

Lucernaria bathophila, *L. quadricornis*,
Haliclystus octoradiatus 213

Becherqualle (*Craterolophus tethys*) 198* 213

Ordnung Würfelquallen (Cubomedusae)

Charybdea marsupialis, Seewespe (*Chiropsalmus quadrigatus*) 213

Chironex fleckeri 183* 214

Ordnung Tiefseequallen (Coronatae)

Nausithoe punctata 183* 214
N. rubra 183* —

Periphylla regina 214

Ordnung Fahnenquallen (Semaestomae)

Familie Pelagiidae

Kompaßqualle (*Chrysaora hyoscella*) 183* 215

Leuchtqualle (*Pelagia noctiluca*)

215

Familie Cyaneidae

Gelbe Haarqualle (<i>Cyanea capillata</i>),	
Arktische Riesenqualle (<i>C. arctica</i>)	216
Blaue Nesselqualle (<i>C. lamarki</i>)	183* 217

Familie Ulmariidae

Ohrenqualle (<i>Aurelia aurita</i>)	183* 217
<i>Stygiomedusa</i> , Seenessel (<i>Dactylometra quinquecirra</i>)	218

Ordnung Wurzelmundquallen (Rhizostomae)

Lungenqualle (<i>Rhizostoma pulmo</i>)	183* 272* 219	<i>Cassiopeia xamachana</i>	198* 219
Blumenkohlqualle (<i>Rh. octopus</i>),		<i>Cotylorhiza tuberculata</i>	197* 219
		<i>Rhopilema esculenta</i>	220

Klasse Blumentiere (Anthozoa)**Unterklasse Runzelkorallen († Rugosa)**

† <i>Streptelasma</i> , † <i>Calceola</i> , † <i>Cyathophyllum</i> (= <i>Hexagonaria</i>), † <i>Lithostrotion</i>	177	† <i>Dalmanophyllum</i>	169* —
--	-----	-------------------------	--------

Unterklasse Sechsstrahlige Korallen (Hexacorallia)**Ordnung Aktinien oder Seerosen (Actinaria)****Unterordnung Protantheae**

<i>Gonactinia</i>	223	<i>G. prolifera</i>	225
-------------------	-----	---------------------	-----

Unterordnung Nynantheae**Familienreihe Boloceroidaria**

<i>Bunodopsis</i>	225
-------------------	-----

Familienreihe Abasilaria

<i>Edwardsia</i> , <i>Peachia</i>	225	<i>Halcampa</i>	223
-----------------------------------	-----	-----------------	-----

Familienreihe Endomyaria

Purpurrosen (<i>Actinia</i>)	277* 222	Wachrose (<i>A. sulcata</i>)	271* 225
Purpurseerose (<i>A. equina</i>)	225	Riesenaktinien (<i>Stoichactis</i>)	225
<i>Tealia</i>	200* 223	Edelsteinrose (<i>Bunodactis verrucosa</i>)	201* 203* 271* 225
Dickhörnige Seerose (<i>T. felina</i>)	204* 223	<i>Corynactis viridis</i>	271* —
<i>T. crassicornis</i>	271* —		
<i>Anemonia</i>	223		

Familienreihe Mesomyaria

Gattungsgruppe Inermia		Mantelaktinie (<i>Adamsia palliata</i>)	224
<i>Stomphia carneola</i>	222	<i>Sagartia</i>	223
Gattungsgruppe Acontaria		Sonnenrose (<i>Cereus pedunculatus</i>)	202* 226
Seenelke (<i>Metridium senile</i>)	199* 271* 226	<i>Aiptasia</i>	222* 222
Einsiedlerseerose (<i>Calliactis parasitica</i>)	202* 223	<i>Ai. mutabulis</i>	271* —

Ordnung Steinkorallen (Madreporaria)**Einzelkorallen**

Nelkenkorallen (<i>Caryophylla</i>)	231	<i>C. clavus</i>	271* 232
---------------------------------------	-----	------------------	----------

<i>C. smithii</i>	232	Gelbe Nelkenkoralle (<i>Leptopsammia pruvoti</i>),	
Fächerkorallen (<i>Flabellum</i>), <i>Fl. angulare</i> ,		Warzenkoralle (<i>Balanophyllia italica</i>),	
<i>Fl. goodei</i>	232	<i>B. elegans</i> , Sternkoralle (<i>B. regia</i>)	232
<i>Fl. anthophyllum</i>	233	Pilzkorallen (<i>Fungia</i>)	226
Rasenkoralle (<i>Cladocora cespitosa</i>)	238* 233	Pilzkoralle (<i>Fungia fungites</i>)	232

Stockbildende Korallen

Baumförmige Korallen		Massive Stöcke	
Baumkorallen (<i>Acropora</i>)	227	Sternkoralle (<i>Astroides caly-</i>	
<i>Symphyllia</i> , <i>Madreporaria alcidornis</i>	229	<i>cularis</i>)	238* 271* 277* 233
Weißer Koralle (<i>Madrepora oculata</i>), Gelbe		<i>Porites</i> , <i>Gonastrea</i>	234
Koralle (<i>Dendrophyllia ramea</i>), <i>Astrangia</i>		<i>Favia</i>	228* 234
<i>danae</i>	233		
Augenkoralle (<i>Lophelia pertusa</i>)	233* 233		
		Mäanderkorallen	
		Neptungsgehirn (<i>Diploria</i>), <i>Lobophyllia</i>	234
		<i>Meandrina</i>	171* —

Ordnung Dörnchenkorallen (Anthipatharia)

<i>Cirripathes rumphii</i> , <i>Paranthipathes larix</i> ,	<i>pinnata</i>)	235
Schwarze Koralle (<i>Anthipathes sub-</i>		

Ordnung Zylinderrosen (Ceriantharia)

Mittelmeer-Zylinderrose (<i>Cerianthus mem-</i>		Nordische Zylinderrose (<i>C. lloydii</i>)	236
<i>branaceus</i>)	203* 271* 235	Amerikanische Zylinderrose (<i>Cerianthopsis</i>	
<i>C. m. fuscus</i> , <i>C. m. violaceus</i>	236	<i>americanus</i>)	236

Ordnung Krustenanemonen (Zoantharia)

Gelbe Krustenanemone (<i>Parazoanthus</i>		Graue Krustenanemone (<i>Epizoanthus</i>	
<i>axinellae</i>)	204* 236	<i>arenaceus</i>)	200* 236
		<i>E. vatovai</i> , <i>E. incrustatus</i>	236

Unterklasse Bödenkorallen († Tabulata)

† <i>Favosites</i>	170* —
--------------------	--------

Unterklasse Achtstrahlige Korallen (Octocorallia)

Ordnung Lederkorallen (Alcyonaria)

Familie Haimeidae		Familie Alcyonidae	
<i>Haimea</i>	247	Meerhand (<i>Alcyonium digitatum</i>)	240* 271* 245
		<i>A. palmatum</i>	240* 271* 245
		<i>A. brioniense</i>	247
		<i>Sarcophyton ehrenbergi</i>	240*
		<i>S. trocheliophorum</i>	240* 242* 248
		<i>Gersemia</i> , <i>Anthomastus grandiflorus</i>	247
		<i>Dendronephthya</i>	241* 243*
		<i>Eunephthya rosea</i>	271*
		<i>Paralcyonium elegans</i>	262*
		Straußalcyonien (<i>Xenia</i>)	240*
Familie Cornulariidae			
<i>Cornularia cornucopiea</i>	271* 247		
<i>Clavularia</i>	247		
Familie Orgelkorallen (Tubiporidae)			
<i>Tubipora purpurea</i>	271* 247		

Ordnung Rindenkorallen (Gorgonaria)**Unterordnung Scleraxonia**

Edelkorallen (<i>Corallium</i>)	249	<i>C. abyssorum</i> , <i>Paragorgia arborea</i> ,	
Rote Edelkoralle (<i>C. rubrum</i>)	242* 243* 249	Trugkoralle (<i>Parerythropodium coralloides</i>)	251

Unterordnung Holaxonia

Seefächer (<i>Eunicella</i>), Warzenkoralle (<i>Eu. verrucosa</i>)	252	Violette Hornkoralle (<i>Paramuricea</i> <i>chamaeleon</i>)	243* 244* 252
Weißer Hornkoralle (<i>Eu. stricta</i>)	262/263* 252	Venusfächer (<i>Rhipidogorgia flabellum</i>),	
Gelbe Hornkoralle (<i>Eu. cavolini</i>)	243* 262* 253	<i>Eugorgia rubens</i> , <i>Lophogorgia chilensis</i>	253

Ordnung Blaukorallen (Helioporidae)

<i>Heliopora coerulea</i>	253
---------------------------	-----

Ordnung Seefedern (Pennatularia)**Familie Pteroididae**

<i>Scytalopsis djiboutiensis</i>	255
Graue Seefeder (<i>Pteroides griseum</i>)	271* 256
Leuchtende Seefeder (<i>Pennatula phos-</i> <i>phorea</i>)	262* 263* 256
<i>Acanthoptilum</i>	256

Familie Veretillidae

<i>Veretillum cynomorium</i>	262* 263* 257
------------------------------	---------------

Familie Seestiefmütterchen (Renillidae)

<i>Renilla amethystina</i>	271* —
Seepeitsche (<i>Funicula quadrangularis</i>)	271* 257

Familie Virgulariidae

<i>Virgularia mirabilis</i> , <i>Stylatula</i>	256
--	-----

Familie Umbellulidae

<i>Umbellula antarctica</i>	271* 257
-----------------------------	----------

Stamm Nessellose Hohltiere (Acnidaria)**Klasse Rippenquallen (Ctenophora)****Unterklasse Tentakeltragende Rippenquallen (Tentaculifera)****Ordnung Cydippen (Cydippidea)**

Seestachelbeere (<i>Pleurobrachia pileus</i>)	271* 277* 265	<i>pancerina</i> , (<i>Gastrodes parasiticum</i> = Larve von <i>Eu. p.</i>)	266
Seenuß (<i>Mertensia ovum</i>)	265	<i>Callianira bialata</i>	271* 266
<i>Hormiphora plumosa</i> , <i>Eulampetia</i>			

Ordnung Lappenrippenquallen (Lobata)

<i>Leucothea multicornis</i>	266	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	271* 267
<i>Bolinopsis infundibulum</i>	267	Lappenqualle (<i>Bolina hydatina</i>)	267
<i>B. vitrea</i>	263* —	<i>Eucharis multicornis</i>	271*

Ordnung Venusgürtel (Cestidea)

Venusgürtel (<i>Cestus veneris</i>)	271* 267
---------------------------------------	----------

Ordnung Platte Rippenquallen (Platyctenidea)

<i>Ctenoplana</i>	269	<i>C. gonoctena</i>	271* —
<i>Coeloplana</i>	259* 271* 277* 269		

Ordnung Festsitzende Rippenquallen (Tjallfiellidea)*Tjallfiella tristoma*

269

Unterklasse Mützenquallen (Nuda)**Ordnung Melonenquallen (Beroidea)**Melonenqualle i. e. S. (*Beroe ovata*)

271* 270

Gurkenqualle (*B. cucumis*)

270

UNTERABTEILUNG ZWEISEITENTIERE (BILATERALIA)**HAUPTAST URMÜNDER (PROTOSTOMIA)****Stamm Plattwürmer (Plathelminthes)****Klasse Strudelwürmer (Turbellaria)****Überordnung Alt-Eiträger (Archoophora)***Xenoturbella*

278* —

X. bocki

285

Ordnung Acoelen (Acoela)*Convoluta roscoffensis*

286

Ordnung Makrostomiden (Macrostromida)*Macrostromum appendiculatum*

286

M. lineare

286

Microstromum

287* —

Ordnung Catenuliden (Catenulida)*Catenula lemnae*, *Stenostomum leucops*

286

Ordnung Polycladen (Polycladida)*Stylochus zebra*

286

Discocoelis tigrina

286* —

St. pilidium, *St. frontalis*, *Graffizoon**Prostheceraeus roseus*, *Pr. moseley*

296* —

lobatum

287

Zottenplanarie (Thysanozoon brochii)

296* —

Notoplana longestyletta

296* —

Yungia aurantiaca

295* —

Überordnung Neu-Eiträger (Neoophora)**Ordnung Prolecithophora****Ordnung Lecithoepitheliata***Prothynchus stagnalis*

—

Ordnung Seriaten (Seriata)**Unterordnung Proseriata****Unterordnung Tricladen (Triclada) oder Planarien****Meeresplanarien (Maricola)***Procerodes lobata*

287

Bdelloura

287

Süßwasserplanarien (Paludicola)

<i>Crenobia alpina</i>	281* 287
<i>Cr. a. septentrionalis</i> , <i>Cr. a. meridionalis</i>	287
<i>Polycelis cornuta</i>	281* 287
<i>P. nigra</i>	281* —
<i>Bdellocephala punctata</i> , <i>Dendrocoelum lacteum</i> , <i>Planaria torva</i> , <i>Fonticola vitta</i>	281* —
<i>Dugesia gonocephala</i>	281* 287* 295* 287

D. lugubris

281* —

Amerikanische Flußplanarie (*D. dorotocephala*)

288

Landplanarien (Terricola)*Rhynchodemus terrestris*

288

Gewächshausplanarie (*Bipalium kewense*)

288

Ordnung Neu-Stabdärmler (Neorhabdocoela)**Unterordnung Typhloplanoida***Mesostoma ehrenbergi*

291

Unterordnung Dalyelloida*Dalyellia viridis*

291

Unterordnung Temnocephalida*Scutariella didactyla*

291

Unterordnung Kalyptorhyncha*Gyratrix hermaphrodita*

291

Klasse Saugwürmer (Trematodes)**Unterklasse Monogene Saugwürmer (Monogena)***Gyrodactylus elegans*

292* 292

Doppeltier (*Diplozoon paradoxum*)

292* 292

Harnblasen-Saugwurm (*Polystoma integririmum*)

292

Unterklasse Digene Saugwürmer (Digena)**Familie Fasciolidae**Großer Leberegel (*Fasciola hepatica*)

295* 293

Riesen-Leberegel (*F. gigantica*)

294

Amerikanischer Riesen-Leberegel

(*Fasciolopsis magna*)

294

Riesen-Darmegel (*F. buski*)

297

Metagonimus yokagawai

298

Zwerg-Darmegel (*Heterophyes heterophyes*)

298

Familie TroglotrematidaeOstasiatischer Lungenegel (*Paragonimus westermani*)

298

Nordamerikanischer Lungenegel (*P. kelli-cotti*)

298

Familie DicrocoeliidaeLanzettegel (*Dicrocoelium dendriticum*)

284* 294

Familie Pärchenegel (Schistosomidae)

298

Harnblasen-Pärchenegel (*Schistosoma haematobium*)

298

Darm-Pärchenegel (*Sch. mansoni*)

283* 299

Japanischer Pärchenegel (*Sch. japonicum*)

299

Trichobilharzia szidati

299

Familie OpisthorchidaeKatzenleberegel (*Opisthorchis felineus*)

297

Hinterindischer Leberegel (*O. viverrini*)

297

Chinesischer Leberegel (*Clonorchis sinensis*)

297

Familie Echinostomatidae*Echinostoma ilocanum*

298

Familie Brachylaemidae*Leucochloridium paradoxum*, *L. fuscum*

295* —

Familie Heterophyidae

Klasse Bandwürmer (Cestoda)

Ordnung Haplobothrioidea

Ordnung Pseudophyllidea

Fischbandwurm (<i>Dibothriocephalus latus</i>)	278* 289* 309* 309	Nelkenwurm (<i>Caryophyllaeus laticeps</i>)	310
Riemenbandwurm (<i>Ligula intestinalis</i>)	310	<i>Biacetabulum sieboldii</i>	311

Ordnung Tetrarhynchidea

Ordnung Tetraphyllidea

Ordnung Diphyllidea

Ordnung Cyclophyllidea

Familie Taeniidae

Rinderbandwurm (<i>Taeniarhynchus saginatus</i> = <i>Taenia saginata</i>)	278* 299* 300
Schweinebandwurm (<i>Taenia solium</i>)	307* 303
Gebänderter Bandwurm (<i>T. hydatigena</i>)	308
Gesägter Bandwurm (<i>T. pisiformis</i>)	308
Hülsenwurm (<i>Echinococcus granulosus</i>)	290* 307
Quesenwurm (<i>Multiceps multiceps</i>)	308
Gurkenkern-Bandwurm (<i>Dipylidium caninum</i>)	308

Katzenbandwurm (*Hydatigena taeniaeformis*)

299* 308

Familie Hymenolepididae

<i>Hymenolepis diminuta</i>	309
Zwergbandwurm (<i>H. nana</i>)	309* 309
Zwergbandwurm des Menschen (<i>H. n. nana</i>)	309
Zwergbandwurm der Maus (<i>H. n. fraterna</i>)	309

Familie Anoplocephalidae

Familie Davaineidae

Klasse Kiefermündchen (Gnathostomulidae)

<i>Gnathostomula paradoxa</i>	312* 311	<i>Pterognathia grandis</i>	311
<i>Gnathostomaria lutheri</i>	310* 312* 311	<i>Pt. simplex</i>	311* —
<i>Nanognathia exigua</i>	311	<i>Austrognathia</i>	312

Stamm Kelchwürmer (Kamptozoa = Entoprocta)

Familie Loxosomatidae

Familie Süßwasser-Kelchwürmer (Urnatellidae) 318

Urnatella gracilis 318

Familie Pedicellinidae

Klasse Schnurwürmer (Nemertini)

Unterklasse Anopla

Ordnung Palaeonemertini

Ringelnemertine (<i>Tubulanus annulatus</i>)	301* —	<i>Cephalothrix</i> , <i>Carinina</i> , <i>Carinoma</i>	—
--	--------	---	---

Ordnung Heteronemertini

<i>Lineus geniculatus</i>	301* —	<i>Baseodiscus</i>	—
<i>Cerebratulus marginatus</i>	302* —	<i>Micrura alaskensis</i>	318* —

Unterklasse Enopla

Ordnung Hoplonemertini

<i>Amphiporus exilis</i>	319*	—	Bandnemertine (<i>Dr. crassus</i>)	301*	—
<i>Oerstedtia</i> , <i>Emplectonema</i> , <i>Ototyphlo-</i>			<i>Prostoma graecense</i>	302*	323
<i>nemertes</i>	—		<i>Tetrastemma quadrilineatum</i>	318*	—
<i>Drepanophorus</i>	—		<i>Geonemertes chalicophora</i>		323

Ordnung Egelschnurwürmer (Bdellomorpha)

<i>Malacobdella</i>	319
---------------------	-----

Stamm Schlauchwürmer (Asc-helminthes = Nemat-helminthes)

Klasse Bauchhaarlänge (Gastrotricha)

Ordnung Macrodasyoidea

Ordnung Chaetonotoidea

<i>Neodasys</i> , <i>Xenotrichula</i>	328	Familie Neogosseidae
<i>Chaetonotus maximus</i>	305/306*	—
		Familie Dasydytidae

Klasse Rädertiere (Rotatoria)

Unterklasse Seisonidea

Ordnung Seisonida

<i>Seison nebaliae</i>	331
------------------------	-----

Unterklasse Eurotatoria

Ordnung Digononta

Unterordnung Egelartige Rädertiere (Bdelloida)

Familie Habrotrichidae

<i>Habrotricha flaviformis</i>	332	<i>Rotaria</i>	326*	—
<i>H. pusilla textrix brevilabris</i>	330*	<i>R. neptunia</i>	305/306*	325* 332
<i>H. constricta</i>	331	<i>R. macroceros</i>	305/306*	—
		<i>R. rotatoria</i>	305/306*	329*
		<i>Macrotrachela insulana</i>		332

Familie Philodinidae

<i>Mniobia incrassata</i>	332	<i>Philodina citrina</i>	305/306*	—
---------------------------	-----	--------------------------	----------	---

Ordnung Monogononta

Unterordnung Ploima

Familie Brachionidae

<i>Epiphanes senta</i>	305/306*	333	<i>Platytas quadricornis</i>	305/306*	—
<i>Macrochaetus subquadratus</i>	325*	—	<i>Brachionus</i>		332
<i>Trichotria pocillum</i>	326*	—	<i>Br. quadridentatus</i>	326*	—
			<i>Br. calyciflorus</i>	305/306*	331

<i>Br. rubens</i>	328*	—	<i>Tr. taurocephala</i>	332*	—
<i>Mytilina mucronata</i>	305/306*	—	<i>Ascomorphella volvocicola</i> (= Hertwi-		
<i>Euchlanis deflexa</i>	305/306*	—	<i>gella volvocicola</i>)	325*	333
<i>Keratella</i>		332			
<i>K. cochlearis</i>	331*	—	Familie Gastropodidae		
<i>K. quadrata</i>	305/306*	—	<i>Gastropus</i>		—
<i>Kellikottia longispina</i>	332*	332	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	325*	—
<i>Squatinella</i>	325*	—	<i>Chromogaster</i>		—
<i>Squ. lamellaris</i>	332*	—	Familie Dicranophoridae		
<i>Lepadella</i>	326*	—	<i>Albertia</i>		333
<i>L. patella</i>	331*	—	<i>Enentrum oxyodon</i>		333
<i>Colurella</i>	325*	—	<i>E. incisum</i>		333
<i>Eudactylota eudactylota</i>	325*	332*	<i>Dicranophorus</i>		333
		—	<i>D. forcipatus</i>	326*	333
Familie Lecanidae			Familie Asplanchnidae		
<i>Proales wernecki</i>		333	<i>Asplanchna</i>		332
<i>Pr. fallaciosa</i>	305/306*	—	<i>A. priodonta</i>	331*	—
Familie Notommatidae			<i>A. sieboldi</i>		331
<i>Cephalodella</i>		333	<i>Asplanchnopus multiceps</i>	325*	—
<i>C. gibba</i>		333			
<i>C. forficula</i>	305/306*	—	Familie Synchaetidae		
<i>Monommata</i>	325*	—	<i>Polyarthra</i>		332
<i>Itura myersi</i>	305/306*	—	<i>Synchaeta</i>	326*	332
<i>Notommata allantois</i>	325*	—	<i>S. pectinata</i>	305/306*	—
<i>N. copeus</i>	326*	331*			
<i>Reticula nyssa</i>	325*	—	Familie Microcodinidae		
Familie Trichocercidae (= Rattulidae)			<i>Microcodon clavus</i>	325*	—
<i>Trichocera</i> (= <i>Diurella</i>)	325*	326*			

Unterordnung Flosculariacea

Familie Testudinellidae			<i>L. ceratophylli</i>	305/306*	—
<i>Filina</i>		333	<i>Floscularia ringens</i>	326*	333*
<i>Trochosphaera solstitialis</i>	325*	—	<i>Octotrocha speciosa</i>	325*	—
<i>Horaella brehmi</i>	331*	—	<i>Ptygura pilula</i>		333
Familie Flosculariidae			Familie Conochilidae		
<i>Limnias</i>	326*	—	<i>Conochilus</i>		333
<i>L. melicerta</i>	325*	333*	<i>C. unicornis</i>	326*	—

Unterordnung Collotheceacea

Familie Collotheceidae			<i>C. o. cornuta</i>	333*	—
<i>Collothea campanulata</i>	325*	—	<i>C. gracilipes</i>	305/306*	—
<i>C. hoodii</i>	325*	—	<i>Stephanoceros fimbriatus</i>	326*	332*
<i>C. ornata</i>	326*	—		333	

Klasse Fadenwürmer (Nematoda)

Unterklasse Adenophorea (= Aphasmidia)

Ordnung Araeolaimida

Araeolaimus, *Cylindrolaimus*, *Plectus*

—

Ordnung Monhysterida

Monhystera, Desmolaimus, Siphonolaimus —

Ordnung Desmodorida

Ceramonema, Desmodora, Draconema —

Ordnung Chromadorida

Chromadora, Comesoma, Choanolaimus —

Ordnung Desmoscolecida

Desmoscolex, Tricoma, Greeffiella —

Ordnung Enoplida**Überfamilien Tripyloidea, Enoploidea und Oncholaimoidea**

<i>Tripyla, Halalaimus</i>	—	<i>Trichosomoides crassicauda</i>	338
<i>Dilaimus denticulatus</i>	337		

Überfamilie Mermithoidea

<i>Mermis subnigrescens</i>	337	<i>Hexameris, Agameris</i>	—
-----------------------------	-----	----------------------------	---

Überfamilien Trichuroidea und Dioctophymatoidea

<i>Peitschenwurm (Trichuris trichiura)</i>	334	<i>Trichine (Trichinella spiralis)</i>	346
<i>Capillaris, Dioctophyme</i>	—		

Ordnung Dorylaimida

<i>Mononchus, Nygolaimus, Eudorylaimus,</i>		<i>Longidorus, Xiphinema, Trichodorus</i>	341
<i>Actinolaimus</i>	—		

Unterklasse Secernentea (Phasmodia)**Ordnung Rhabditida**

<i>Rhabditis, Diplogaster, Cephalobus,</i>		<i>Neoaplectana</i>	343
<i>Scoleophilus</i>	—	<i>Zwergfadenwürmer (Strongyloides)</i>	344

Ordnung Tylenchida

<i>Stengelälchen (Ditylenchus dipsaci), Blatt-</i>		<i>Allantonema, Entaphelenchus</i>	—
<i>älchen (Aphelenchoides)</i>	341	<i>Parasitylenchus, Heterotylenchus</i>	343
<i>Radopholus, Rotylenchus, Tylenchorhynchus,</i>		<i>Sphaerularia bombi</i>	338* 338
<i>Pratylenchus, Paratylenchus, Helicotylenchus</i>	341	<i>Rotylenchulus, Nacobbus, Tylenchulus</i>	342
<i>Heterodera</i>	342	<i>Tylenchus polyhypus</i>	347
<i>Kartoffelzystenälchen (H. rostochiensis)</i>	301* 342	<i>Sphaeronema minutissimum</i>	334
<i>Rübenzystenälchen (H. schachtii)</i>	342	<i>Kokospalmenälchen (Rhadinaphelenchus</i>	
<i>Getreidezystenälchen (H. avenae)</i>	342	<i>cocophilus)</i>	341
<i>Wurzelgallenälchen (Meloidogyne)</i>	342		

Ordnung Strongylida

<i>Strongylus, Metastrongylus</i>	—	Lungenwurm (<i>Dictyocaulus viviparus</i>)	335
<i>Syngamus</i>	339*	<i>Nematodirus battus</i>	339
<i>S. trachea</i>	344	Todeswurm (<i>Necator americanus</i>)	344
Grubenwurm (<i>Ancylostoma duodenale</i>)	344		

Ordnung Ascaridida

Pferde-Madenwurm (<i>Oxyuris equi</i>)	339	Spulwurm (<i>Ascaris lumbricoides</i>)	345
Madenwurm (<i>Enterobius vermicularis</i>)	345	Hühnerspulwurm (<i>Ascaridia galli</i>)	301* —
<i>Toxocara, Heterakis, Stomachus</i>	—		

Ordnung Spirurida

Medinawurm (<i>Dracunculus medinensis</i>)	345	<i>Dipetalonema streptocerca</i>	348
<i>Spirura, Onchocerca</i>	—	<i>Placentonema gigantissimum</i>	334
Haarwurm (<i>Wuchereria bancrofti</i>)	348	Wanderfilarie (<i>Loa loa</i>)	348

Klasse Saitenwürmer (Nematomorpha)**Überfamilie Gordioidea**

<i>Gordius</i>	322* —	<i>G. dectici</i>	354
Wasserkalb (<i>G. aquaticus</i>)	354	<i>Parachordodes tolosanus</i>	354

Überfamilie Nectonematoidea

<i>Nectonema</i>	354
------------------	-----

Klasse Hakenrüßler (Kinorhyncha)**Klasse Kratzer (Acanthocephala)****Ordnung Eoacanthocephala****Ordnung Palaeoacanthocephala**

<i>Polymorphus, P. boschadis, Filicollis anatis</i>	356	<i>Acanthocephalus lucii</i>	355* —
Familie Echinorhynchidae		Familie Pomphorhynchidae	
Edelfischkratzer (<i>Echinorhynchus truttae</i>)	356	<i>Pomphorhynchus</i>	356

Ordnung Archiacanthocephala

Familie Oligacanthorhynchidae		<i>hirudinaceus</i>)	356
Riesenkratzer (<i>Macracanthorhynchus</i>		<i>Moniliformis moniliformis</i>	356

Stamm Priapswürmer (Priapulida)

Einschwänziger Priapswurm (<i>Priapulus caudatus</i>)	357* 358* 358	<i>Halicryptus spinulosus</i>	358* —
---	---------------	-------------------------------	--------

Stamm Spritzwürmer (Sipunculida)

<i>Sipunculus nudus</i>	302* 359	<i>Golfingia</i> , <i>Siphonomecus multicinctus</i>	359
<i>Phasolosoma</i> , <i>Ph. lurco</i>	359	<i>Physcosoma granulatatum</i>	302* —
<i>Ph. granulatatum</i>	358* 359		

Stamm Igelwürmer (Echiurida)

Ordnung Echiurinea

Meerquappe (<i>Echiurus echiurus</i>)	302* 360* 359	Grüne Bonellia (<i>B. viridis</i>)	302* 359
<i>Bonellia</i>	351* —	Bandigelwurm (<i>Ikeda taenioides</i>)	359

Ordnung Sactosomatinea

Stammgruppe Gliedertiere (Articulata)

Stamm Gliederwürmer (Annelida)

Klasse Vielborster (Polychaeta)

Ordnung Freilebende Vielborster (Errantia)

Unterordnung Amphinomorpha

Familie Amphinomidae		Feuerwurm (<i>Hermiodice carunculata</i>)	373* 364
----------------------	--	---	----------

Unterordnung Nereimorpha

Familie Seeraupen (Aphroditidae)	364	<i>Nereis</i>	364
Seemaus (<i>Aphrodite aculeata</i>)	373* 364	<i>N. virens</i>	366
Schuppenwurm (<i>Lepidonotus squamatus</i>)	364	<i>N. diversicolor</i>	373* 366
<i>Polynoe scolopendrina</i>	367	<i>Lycastopsis raunensis</i> , <i>L. amboinensis</i> , <i>Lycastis</i>	
<i>Lagisca extenuata</i>	373* —	<i>vitabunda</i> , <i>L. terrestris</i>	366
Familie Phyllodocidae	366	Familie Nephthydidae	
<i>Phyllodoce</i>	366		
<i>Eulalia viridis</i>	373* —	Familie Glyceridae	
Familie Alciopidae	366	Familie Eunicidae	364
Familie Tomopteridae	366	Riesenborster (<i>Eunice gigantea</i>), Samoa-Palolo (<i>Eu. viridis</i>), Atlantischer Palolo (<i>Eu. fucata</i>)	365
<i>Tomopteris</i>	366* —		
Familie Hesionidae		Familie Histriobdellidae	367
Familie Syllidae	365	<i>Histriobdella homari</i> , <i>Stratiodrilus tasmanicus</i>	367
<i>Syllis cornuta</i>	373* —		
<i>Odontosyllis</i>	365	Familie Ichthyotomidae	367
Familie Nereidae (= Lycoridae)	365	<i>Ichthyotomus sanguineus</i>	367

Ordnung Festsitzende Vielborster (Sedentaria)

Unterordnung Spiomorpha

Familie Spionidae

Familie Chaetopteridae

Familie Disomidae

Pergamentwurm (*Chaetopterus variopedatus*)

368* 368

Familie Orbiniidae

Unterordnung Drilomorpha

Familie Cirratulidae

Arenicola

368* —

Familie Chorhaemidae (= Flabelligeridae)

Sandwurm [*A. marina*]

368

Familie Opheliidae

Familie Maldanidae (= Clymenidae)

Familie Capitellidae

Familie Sternaspidae

Familie Arenicolidae

Familie Oweniidae

Unterordnung Terebellomorpha

Familie Pectinariidae (= Amphictenidae)

Köcherwurm (*Pectinaria koreni*)

368

Familie Terebellidae

Muschelsammlerin (*Lanice conchilega*)

369

Familie Ampharedidae

Unterordnung Hermellimorpha

Familie Sabellariidae (= Hermellidae)

Sabellaria spinulosa, *Phragmatopoma*

369

Unterordnung Serpulimorpha

Familie Sabellidae

Schraubensabelle (*Spirographis spallanzanii*)

374* 375* 369

Pfauenfederwurm (*Sabella pavonina*)

376* —

Fabricia (= *Amphicora*) *sabella*

370

Familie Serpulidae

Posthörnchenwürmer (*Spirorbis*)

369

Protula tubularia, *Serpula vermicularis*

376* —

Ordnung Archiannelida

Familie Polygordiidae

Familie Nerillidae

Familie Protodrilidae

Troglochaetus

370* 370

Tr. beranecki

370

Familie Saccocirridae

Familie Dinophilidae

Klasse Saugmünder (Myzostomida)

Ordnung Proboscifera

Familie Myzostomidae

*Myzostoma**M. cysticolum*

371

370* —

Ordnung Pharyngidea

Familie Cystomyzostomidae

Familie Protomyzostomidae

Familie Pulvinomyzostomidae

Familie Asteriomyzostomidae

Familie Mesomyzostomidae

Klasse Gürtelwürmer (Clitellata)

Ordnung Wenigborster (Oligochaeta)

Unterordnung Plesiopora

Familie Aeolosomatidae	372	<i>Tubifex</i>	377
<i>Aeolosoma hemprichi</i>	372	Gemeiner Schlammröhrenwurm (<i>T. tubifex</i>)	377
		<i>Branchiura sowerbyi</i>	377
Familie Wasserschlängler (Naididae)	372		
<i>Chaetogaster</i> , <i>Ch. limnaei</i>	372	Familie Phreodrilidae	
Gezüngelte Naide (<i>Stylaria lacustris</i>)	372		
<i>Ripistes parasitica</i> , <i>Aulophorus</i> , <i>Dero</i>	377	Familie Enchyträen (Enchytraeidae)	378
		Topfwurm (<i>Enchytraeus albidus</i>)	378
Familie Schlammröhrenwürmer (Tubificidae)	377		

Unterordnung Prosopora

Familie Lumbriculidae	378	Familie Kiemenegel (Branchiobdellidae)	378
<i>Lumbriculus variegatus</i>	378	<i>Branchiobdella</i>	378

Unterordnung Opisthopora

Familie Brunnenwürmer (Haplotaxidae)	378	<i>Allolobophora chlorotica</i> , <i>A. rosea</i>	379
<i>Haplotaxis</i> (= <i>Phreoryctes</i>) <i>gordiioides</i>	379	Gemeiner Regenwurm (<i>Lumbricus terrestris</i>)	379
		<i>L. rubellus</i> , <i>L. castaneus</i>	379
Familie Criodrilidae	379		
<i>Criodrilus lacuum</i>	379	Familie Acanthodrilidae	
Familie Lumbricidae	379	Familie Megascolecidae	379
<i>Eiseniella tetraedra</i>	379	Riesenregenwurm (<i>Megascolides australis</i>)	379
Mistwurm (<i>Eisenia foetida</i>)	379		

Ordnung Egel (Hirudinea)

Unterordnung Borstenegel (Acanthobdellae)

<i>Acanthobdella peledina</i>	384
-------------------------------	-----

Unterordnung Rüsselegel (Rhynchobdellae)

Familie Knorpelegel (Glossiphoniidae)	384	<i>Haementeria costata</i> , <i>H. officinalis</i>	384
<i>Glossiphonia</i>	384	<i>Marsupiobdella africana</i>	385
Großer Schneckenegel (<i>Gl. complanata</i>)	381* 384		
Kleiner Schneckenegel (<i>Gl. heteroclita</i>)	381* 384	Familie Fischegel (Ichthyobdellidae =	
Zweiäugiger Plattegel (<i>Helobdella stagnalis</i>)	381* 384	Piscicolidae)	385
Entenegel (<i>Theromyzon tessulatum</i>)	381* 384	Gemeiner Fischegel (<i>Piscicola geometra</i>)	376* 381* 385
<i>Hemiclepsis marginata</i>	381* 384		

Unterordnung Kieferegel (Gnathobdellae)**Familie Hirudinidae**Medizinischer Blutegel (*Hirudo medicinalis* m.)

381* 384* 385

Ungarischer Blutegel (*H. m. officinalis*)

381* 385

Pferdeegel (*Haemopsis sanguisuga*)

381* 385

Roßegel (*Limnatis nilotica*)

386

Familie Landegel (Haemadipsidae)

386

Ceylongegel (*Haemadipsa zeylanica*)

386

Xerobdella lecomtei

386

Unterordnung Schlundegel (Pharyngobdellae)**Familie Erpobdellidae**

386

Hundeegel (*Erpobdella octoculata*)

381* 386

Stamm Stummelfüßer (Onychophora)**Familie Peripatidae**

389

Heteroperipatus engelhardi

382* 389

Familie Peripatopsidae

389

Peripatopsis moseleyi

376* —

Stamm Bärtierchen (Tardigrada)**Ordnung Heterotardigrada****Unterordnung Arthrotardigrada****Unterordnung Echiniscoidea***Echiniscoides sigismundi*

391* 391

Echiniscus scrofa

391

E. blumi

382* —

Ordnung Eutardigrada*Macrobiotus*

390

M. hufelandi

382* 391

Hypsibius

390* —

Ordnung Mesotardigrada**Stamm Zungenwürmer (Linguatulida)****Ordnung Cephalobaenida***Reighardia*

392

Cephalobaena tetrapoda

391* 392

Ordnung Porocephalida*Armillifer*

391

A. armillatus

382* —

Nasenwurm (*Linguatula serrata*)

396* 392

Stamm Gliederfüßer (Arthropoda)**Unterstamm Dreilapper († Trilobita)****Ordnung † Agnostida**† *Agnostus*

401

Ordnung † Redlichiida† *Olenellus*

397* —

† *Paradoxides*

402

Ordnung † Corynexochida† *Oleonides*

402

Ordnung † Ptychopariida† *Olenus*

382*

—

† *Asaphus*, † *Iliaemus*

402

Ordnung † Phacopida† *Phacops*

402

Ordnung † Lichida† *Lichas*

402

Ordnung † Odontopleurida† *Acidaspis*

402

† *Ceratarges armatus*

382* —

**Unterstamm Scherenfüßer oder Fühlerlose
(Chelicerata)****Klasse Hüftmünder (Merostomata)****Ordnung † Aglaspidia**† *Aglaspis*

405

Ordnung Riesen- oder Seeskorpione († Eurypteridae = Gigantostroma)† *Pterygotus*, † *Eurypterus*

405

† *Megalograptus ohioensis*

393* —

Ordnung Schwertschwänze (Xiphosura)**Familie Limulidae**† *Palaeomerus*, † *Belinurus*, † *Euproops*,† *Palaeolimulus*† *Weinbergina*† *Psammolimulus*, † *Mesolimulus*

405

—

405

Königskrabben (*Limulus*)

411

Atlantischer Schwertschwanz

(*L. polyphemus*)

393* 412* 411

Pfeilschwanzkrebse (*Trachypheus*, *Carcino-*
scorpinus)

411

Klasse Spinnentiere (Arachnida)**Ordnung Skorpione (Scorpiones)**Altskorpione († *Palaeophonos*,† *Proscorpius*)† *Eoscorpius*

406

406

Pandinus

413

Kaiserskorpion (*Pandinus**imperator*)

393* 407* 413

Familie Buthidae*Buthus*Sahara-Skorpion (*Androctonus*
australis)

407*

—

412

Familie Chactidae*Euscorpius*

412

Italienischer Skorpion (*Eu. italicus*)

393* —

Familie Vejovidae**Familie Scorpionidae**

Ordnung Skorpionspinnen (Pedipalpi)

Unterordnung Geißelskorpione (Uropygi)

Langschwänziger Fadenskorpion (Typopeltis crucifer) 416* 414

Unterordnung Geißelspinnen (Amblypygi)

Damon medius 414 *D. m. johnstoni* 416* —

Ordnung Palpigraden (Palpigradi)

Koenenia mirabilis 413* —

Ordnung Echte Spinnen (Araneae)

† *Arthrolycosa* 406

Unterordnung Mesothelae

Familie Gliederspinnen (Lipistiidae) 410* — *L. desultor* 400* —
Lipistius (= *Liphistius*) 400* 420

Unterordnung Vogelspinnen i. w. S. (Orthognatha)

Familie Falлтürspinnen (Ctenizidae) *Eurypelma soemanni* 399* —
Lasiadora 425* —

Familie Dipluridae

Familie Atypidae

Familie Echte Vogelspinnen (Aviculariidae) 421

Unterordnung Labidognatha

Überfamilie Dysderiformia

Familie Sechsaugen (Dysderidae) 421 *Kellerspinne (Segestria senoculata)* 399* 419* —
Dysdera 421 *S. florentina* 418* —
D. erythrina 415* —

Überfamilie Scytodiformia

Familie Caponiidae *Loxosceles* 419

Familie Sicariidae

Überfamilie Pholciformia

Familie Zitterspinnen (Pholcidae) 421 *Pholcus phalangoides* 415* 421

Überfamilie Hersiliiformia

Familie Hersiliidae

Überfamilie Echte Netzspinnen (Argiopiformia)

Familie Kugelspinnen (Theridiidae) 421 **Familie Baldachinspinnen (Linyphiidae)** 418
Schwarze Witwe (Latrodectus mactans) 399* 421
Europäische Schwarze Witwe **Familie Radnetzspinnen i. e. S. (Araneidae)** 421
(L. m. tredecimguttatus) 399* 421* — *Kreuzspinne (Araneus diadematus)* 399* 408* 409* 410* 419* 421

Eichenblatt-Radspinne (<i>A. ceropegius</i>)	410*	—	<i>W. acuminata</i>	400*	422
<i>A. quadratus</i>	410*	—			
Wespenspinne (<i>Argiope bruennichi</i>)	399*	408*	421	Familie Kiefer- oder Streckerspinnen	
Zebraspinne (<i>A. lobata</i>)		408*	—	(Tetragnathidae)	422
<i>Epeira</i>		—	—	<i>Tetragnatha</i>	420* 422
Stachelspinnen (<i>Gasteracantha</i>)		410*	421	<i>T. extensa</i>	410* —
<i>G. kuhlii</i> , <i>G. thorelli</i>		400*	—	<i>T. caudicula</i>	400* —
Familie Zwergspinnen (Erigonidae)	420	—	Familie Mimetidae		
<i>Walckenaera</i>	420				

Überfamilie Lycosaeformia

Familie Trichterspinnen (Agelenidae)	422		<i>P. listeri</i>	420	
Hauswinkelspinnen (<i>Tegenaria</i>)	399*	422			
Hausspinne (<i>T. domestica</i>)	399*	422	Familie Wolfsspinnen (Lycosidae)	422	
Wasserspinne (<i>Argyroneta aquatica</i>)	410*	—	<i>Pardosa</i> , Taranteln (<i>Lycosa</i>)	422	
			<i>L. tarentula</i>	425*	—
Familie Pisauridae			Familie Kammspinnen (Ctenidae)		
<i>Pisaura</i>	420		<i>Phoneutria</i>	419	
Raubspinne (<i>P. mirabilis</i>)	399*	407*	—		

Überfamilie Gnaphosiformia

Familie Gnaphosidae (= Drassodidae)

Überfamilie Clubioniformia

Familie Sackspinnen (Clubionidae)			Familie Eusparassidae		
<i>Agroeca brunnea</i>	410*	—	<i>Micrommata</i>	400*	410* 422
			<i>M. rosea</i>	400*	410* —

Überfamilie Thomisiformia

Familie Krabbenspinnen (Thomisidae)	422		Familie Springspinnen (Salticidae)	422	
<i>Xysticus</i>	400*	422	<i>Salticus scenicus</i>	399*	422
<i>X. erraticus</i>	400*	—	Ameisenspinne (<i>Myrmarachne</i>		
<i>Thomisus onustus</i>	410*	—	<i>formicaria</i>)	415*	422
<i>Ozyptila</i>	422		<i>Attulus saltator</i>	420*	—

Familie Laufspinnen (Philodromidae)

Unterordnung Cribellata

Familie Hypochilidae				<i>Dictyna arundinacea</i>	418*	—
Familie Filistatidae				Familie Kräuselradnetzspinnen (Uloboridae)		
Familie Eresidae				<i>Hyptiotes</i>		422
<i>Eresus cinnaberinus</i>		410*	415*	<i>H. paradoxus</i>	415*	—
			422			
Familie Acanthothenidae				Familie Deinopidae		
Familie Kräuselspinnen (Dictynidae)				Familie Finsterspinnen (Amaurobiidae)		

Ordnung Kapuzenspinnen (Ricinulei)

<i>Cryptocellus</i>	423	<i>Cr. simonis</i>	423* —
---------------------	-----	--------------------	--------

Ordnung Afterskorpione (Pseudoscorpiones oder Cheloneti)**Unterordnung Chthoniinea****Unterordnung Neobisiinea****Unterordnung Cheliferinea**

<i>Lamprochernes nodosus</i>	423	Bücherskorpion (<i>Chelifer cancroides</i>)	416* 423
------------------------------	-----	---	----------

Ordnung Walzenspinnen (Solifuga)

† <i>Protosolpuga</i>	406	<i>Solpuga</i>	427
<i>Gluvia</i> , <i>Galleodes caspius</i>	424	Walzenspinne (<i>S. lethalis</i>)	416* —
<i>G. graecus</i>	423* —		
Familie Solpugidae	427	Familie Rhagodidae	427
		<i>Rhagodes</i>	427

Ordnung Weberknechte (Phalangidae)

† <i>Eotrogulus</i>	406
---------------------	-----

Unterordnung Cyphophthalmi**Unterordnung Laniatores****Unterordnung Weberknechte i. e. S. (Palpatores)**

Familie Trogulidae		<i>I. helwigi</i>	400* —
Brettkanker (<i>Trogulus</i>)	428		
<i>Tr. nepaeformis</i>	400* —	Familie Phalangiidae	
Familie Nemastomatidae		<i>Phalangium</i>	427
		Gemeiner Weberknecht (<i>Phalangium opilio</i>)	400* 428
Familie Ischyropsalididae		<i>Leiobunum rotundum</i>	428* —
Schneckenkanker (<i>Ischyropsalis</i>)	400* 428		

Ordnung Milben (Acari oder Acarina)

† <i>Protacarus</i>	406
---------------------	-----

Unterordnung Holothyroidea**Unterordnung Schmarotzermilben (Parasitiformes)**

Familie Parasitidae	Familie Uropodidae
Familie Poecilochiridae	Familie Trachytidae
Familie Laelaptidae	Familie Zecken (Ixodidae)
	Holzbock (<i>Ixodes ricinus</i>)
Familie Spinturnicidae	
Familie Antennophoridae	Familie Lederzecken (Argasidae)
	Taubenzecke (<i>Argas reflexus</i>)
	394* 437* 431

Unterordnung Laufmilben (Trombidiformes)

Mottenmilbe (<i>Pyemotes herfsi</i>)	429	Erntemilbe (<i>Trombicula autumnalis</i>)	437* 430
Familie Eupodidae		Familie Erythraeidae	
Familie Spinnmilben (Tetranychidae)	430	Familie Hydrachnidae	
Obstbaum-Spinnmilbe (<i>Panonychus ulmi</i>)	437* 430	Familie Limnocharidae	
Familie Cheyletidae		Familie Eylaidae	
<i>Cheyletus eruditus</i>	430* —	Familie Thyasidae	
Familie Haarbalgmilben (Demodicidae)		Familie Hydryphantidae	
Familie Schnabelmilben (Bdellidae)		Familie Sperchonidae	
Familie Meereswassermilben (Halacaridae)		Familie Pontarachnidae	
Familie Limnohalacaridae		Familie Unionicolidae	
Familie Cunaxidae		Muschelmilbe (<i>Unionicola aculeata</i>)	—
Familie Laufmilben i. e. S. (Trombidiidae)	430	Dickbeinige Wassermilbe (<i>U. crassipes</i>)	437* 430
Sammetmilbe (<i>Trombidium holosericeum</i>)	426* 430	Familie Arrenuridae	

Unterordnung Sarcoptiformes

Familie Vorratsmilben (Acaridae)	430	Familie Analgesidae	
Käsemilbe (<i>Tyrophagus casei</i>)	437* 430	Familie Falculiferidae	
Mehlmilbe (<i>Acarus siro</i>)	437* 430	Familie Dermoglyphidae	
Hausmilbe (<i>Glyciphagus domesticus</i>)	437* 431	Familie Cytoditidae	
Familie Sarcoptidae	431	Familie Listrophoridae	
Krätzemilbe des Menschen (<i>Sarcoptes scabiei</i>)	437* 431	Familie Hornmilben (Oribatidae)	
Familie Psoroptidae		Familie Phthiracaridae	
Familie Pterolichidae			

Unterordnung Gallmilben (Tetrapodili)

Familie Eriophyidae	Familie Phyllocoptidae
----------------------------	-------------------------------

Klasse Asselspinnen (Pantopoda)

Familie Nymphonidae	Familie Tiefsee-Asselspinnen (Colossendeidae)	433
<i>Heteronymphon kempi</i>	Rüssel-Asselspinne (<i>Colossendeis proboscida</i>)	437* 433
Familie Pallenidae		
Familie Phoxichilidiidae	Familie Ufer-Asselspinnen (Pycnogonidae)	432
	Ufer-Asselspinne (<i>Pycnogonum littorale</i>)	426* 437* 433
Familie Ammothridae		

Unterstamm Zweiantennentiere (Diantennata)

Klasse Krebstiere (Crustacea)

Unterklasse Cephalocarida

Unterklasse Lipostraca

† *Lepidocaris rhyniensis*

436

Unterklasse Kiemenfüßer (Anostraca)

<i>Chirocephalus</i>	440*	—	<i>stagnalis</i>	451*	440
Frühjahrskiemenuß (<i>Ch. grubei</i>)	440		Salzkrebschen (<i>Artemia salina</i>)		440
Sommerkiemenuß (<i>Branchipus</i>)			Amerikanisches Salzkrebschen (<i>A. gracilis</i>)		441

Unterklasse Blattfußkrebse (Phyllopoda)

Ordnung Rückenschaler (Notostraca)

Großer Rückenschaler (<i>Triops cancriformis</i>)	442	Kleiner Rückenschaler (<i>Lepidurus apus</i>)	451*	442
---	-----	---	------	-----

Ordnung Krallenschwänze (Onychura)

Unterordnung Muschelschäler (Conchostraca)

† <i>Leaia</i>	435	† <i>Rhabdostichus</i>	445
† <i>Isaura</i> (= <i>Estheria</i>)	435 445	<i>Limnadia lenticularis</i> , <i>Lynceus brachyurus</i>	445

Unterordnung Wasserflöhe (Cladocera)

Überfamilie Kammfüßer (Ctenopoda)

Familie Sididae		<i>Holopedium gibberum</i>	447
<i>Sida crystallina</i>	444* 447		
<i>Latona setifera</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	447	Familie Leptodoridae	
		<i>Leptodora</i>	447
Familie Holopediidae		<i>L. hyalina</i>	444* 447

Überfamilie Anomopoda

Familie Daphniidae		Familie Rüsselkrebse (Bosminidae)	
<i>Daphnia magna</i>	447	<i>Bosmina coregoni</i>	448
<i>D. pulex</i>	444* 446* 451* 447	<i>B. longirostris</i>	444* 448
<i>D. longispina</i> , <i>D. cucullata</i>	448		
<i>Scapholeberis mucronata</i> , <i>Simocephalus</i>		Familie Macrothricidae	
<i>vetulus</i>	444* 448	<i>Ilyocryptus sordidus</i>	448
<i>Moina</i>	446		
<i>M. rectirostris</i>	444* —	Familie Chydoridae	
		<i>Chydorus sphaericus</i>	444* 448

Überfamilie Krallenfüßer (Onychopoda)

Familie Polyphemidae		<i>Polyphemus pediculus</i>	444* 451* 449
<i>Podon</i> , <i>Evadne</i>	449	<i>Bythotrephes longimanus</i>	444* 449

Unterklasse Muschelkrebse (Ostracoda)

Ordnung † Leperditia

† *Leperditia*

435

† *L. titanica*

450

Ordnung † Beyrichiida

† *Beyrichia*

435

Ordnung Myodocopida Unterordnung Myodocopa

Gigantocypris agassizi

450

Unterordnung Halocypriformes Unterordnung Cladocopa

Polycopa

449

Ordnung Podocopida Unterordnung Platycopa Unterordnung Podocopa

Familie Bairdiidae

Familie Cyprididae

455

Familie Darwinulidae

Notodromas monacha

455

Cypris

459* 465

Candona candida

449* —

Unterklasse Ruderfußkrebse (Copepoda)

Ordnung Progymnoplea Ordnung Calanoida (Gymnoplea)

Calanus finmarchicus, *Heterocope weismanni*

457

Diaptomus

443* 457

Calocalanus pavo

443* —

Ordnung Propodoplea Ordnung Podoplea Unterordnung Cyclopoida

Familie Hüpferlinge (Cyclopidae)

Familie Sapphiriniidae

Cyclops

305/306* 443* 458

Sapphirinidae (*Sapphirina*)

461

Megacyclops viridis

458

S. fulgens

443* —

Familie Monstrillidae

461

Familie Ergasilidae

Haemocera danae (= *Cymbasoma rigidum*)

462

Ergasilus sieboldi

443* 461

Unterordnung Harpacticoida

Familie Canthocamptidae

Canthocamptus

443* —

Ordnung Caligoida

Caligus rapax, *C. lacustris*

462

Ordnung Lernaeida

<i>Lernaeocera branchialis</i>	462	<i>L. esconia</i>	443* —
<i>Lernaea</i>	463	<i>Penella balaenoptera</i>	463

Ordnung Lernaeopodida

<i>Achtheres percarum</i>	443* 463	<i>Xenocoeloma</i>	463
---------------------------	----------	--------------------	-----

Unterklasse Mystacocarida

Derocheilocaris —

Unterklasse Fischläuse (Branchiura)

Familie Argulidae		<i>A. scutiformis</i>	464
Karpfenlaus (<i>Argulus foliaceus</i>)	443* 464		

Unterklasse Ascothoracida

Familie Synagogidae	Familie Dendrogasteridae
----------------------------	---------------------------------

Familie Lauridae

Unterklasse Rankenfüßer (Cirripedia)**Ordnung Thoraziken (Thoracica)**

† <i>Cyprilepas</i>	435
---------------------	-----

Unterordnung Entenmuscheln (Lepadomorpha)

Familie Scalpellidae	Familie Lepadidae	
	<i>Lepas</i>	459* —
Familie Iblidae	Gemeine Entenmuschel (<i>L. anatifera</i>)	466* 466

Unterordnung Meerwarzen (Verrucomorpha)

<i>Verruca stroemia</i>	467
-------------------------	-----

Unterordnung Seepocken (Balanomorpha)

Familie Chthamalidae		Elfenbein-Seepocke (<i>B. eburneus</i>)	467
Sternseepocke (<i>Chthamalus stellatus</i>)	466	<i>B. balanus</i>	467
		Schildkröten-Seepocke (<i>Chelonibia testudinaria</i>)	467
Familie Balanidae			
<i>Balanus</i>	459* —		
Gemeine Seepocke (<i>B. balanoides</i>)	467* 467	Familie Wal-Seepocken (Coronulidae)	467
Kerb-Seepocke (<i>B. perforatus</i>)	467		

Ordnung Akrothoraziken (Acrothoracica)

<i>Trypetesa lampas</i>	467
-------------------------	-----

Ordnung Wurzelkrebse (Rhizocephala)*Peltogasterella*

468

Sacculina carcini

468

Unterklasse Höhere Krebse (Malacostraca)**Ordnung † Hymenosthraca**† *Hymenocaris*

435

Ordnung † Ceratiocarina† *Ceratiocaris*

435

Ordnung † Eumalacostraca† *Palaeocaris*

435

Überordnung Phyllocarida**Ordnung Leptostraca***Nebaliopsis typica*

483

Nebalia

483

Überordnung Hoplocarida**Ordnung Mundfüßer (Stomatopoda)****Familie Squillidae***Squilla*

459* —

*Squilla mantis**S. raphidea, Gonodactylus*

451* 484

484

Überordnung Syncarida**Ordnung Anaspidacea****Familie Anaspididae***Anaspides*

485

Familie Koonungidae**Ordnung Stygocaridacea****Ordnung Bathynellacea***Bathynella*

435

Leptobathynella, Thermobathynella adami

485

Überordnung Eucarida**Ordnung Leuchtkrebse (Euphausiacea)****Familie Benth euphasiidae***Euphausia superba, Meganyctiphanes**norvegica, Nematoscelis, Stylocheiron*

486

Familie Thysanopodidae**Ordnung Zehnfüßkrebse (Decapoda)****Unterordnung Garnelenartige Langschwanzkrebse (Natantia)****Familie Penaeidae***Penaeus setifer, P. trisulcatus*

487

Familie Sergestidae

Überfamilie Pasiphaeoida

Familie Pasiphaeidae

Überfamilie Hoplophoroida

Familie Süßwassergarnelen (Atyidae)

Familie Nematocarcinidae

Familie Hoplophoridae

Überfamilie Pandaloida

Familie Pandalidae

Pandalus borealis

487

Überfamilie Palaemonoida

Familie Knallkrebse (Alpheidae)

487

H. varians

487

Alpheus

487

Familie Palaemonidae

488

Familie Hippolytidae

Ostseegarnele (*Palaemon squilla*)

488

Hippolyte

459* —

Periclimenes petersoni

488

Überfamilie Crangonoida

Familie Processidae

Familie Stenopodidae

Stenopus hispidus

451* —

Familie Crangonidae

487

Nordseegarnele (*Crangon crangon*)

487

Unterordnung Ritterkrebse (Reptantia)

Familie Polychelidae

Kap-Languste (*Jasus lalandei*)

—

Familie Langusten (Palinuridae)

488

Familie Bärenkrebse (Scyllaridae)

488

Europäische Languste (*Palinurus**Scyllarus*

459* —

vulgaris)

454* 460* 488

Kleiner Bärenkrebs (*Sc. arctus*)

451* —

P. argus

488

Scyllarides

489

Panulirus ornatus

473* —

Sc. latus

460* —

Unterordnung Eigentliche Langschwanzkrebse (Astacura)

Familie Hummer (Homaridae)

489

astacus)

453* 489

Europäischer Hummer (*Homarus*Amerikanischer Flußkrebs (*Orconectes**gammarus*)

452* 460* 489

limosus)

490

Amerikanischer Hummer (*H. americanus*)

489

Cherax

452/453* —

Kaiserhummer (*Nephrops**norvegicus*)

451* 459* 460* 489

Familie Parastacidae

489

Familie Flußkrebse (Astacidae)

489

Familie Austroastacidae

489

Europäischer Flußkrebs (*Astacus*

Unterordnung Mittelkrebse (Anomura)

Familie Axiidae

Maulwurfskrebs (*Thalassina anomala*)

490

Familie Thalassinidae

Familie Pylochelidae

Familie Meeres-Einsiedlerkrebse (Paguridae)	490
<i>Pagurus calidus</i>	495* —
Porzellankrebse (<i>Porcellanopagurus</i>)	490
Familie Land-Einsiedlerkrebse (Coenobitidae)	490
<i>Coenobita</i>	491
Palmendieb (<i>Birgus latro</i>)	493* 491
Familie Steinkrabben (Lithodidae)	491
<i>Paralithodes cantschatica</i> , <i>Lithodes maja</i>	491
<i>Lopholithodes</i>	476* —
Familie Lomisidae	

Familie Galatheidae	
Bunter Furchenkrebs (<i>Galathea strigosa</i>)	460* 493* —
Familie Porzellankrabben (Porcellanidae)	
<i>Porcellana</i>	459* —
<i>P. platycheles</i>	476* —
Familie Sandkrebse (Hippidae)	491
<i>Emerita talpoida</i>	491
Familie Albuneidae	

Unterordnung Echte Krabben (Brachyura)

Familie Homolodromiidae	
Familie Wollkrebse (Dromiidae)	
Wollkrabben (<i>Dromia</i>)	491
<i>Dr. vulgaris</i>	473* —
<i>Hypoconcha</i>	491
Familie Homolidae	

Familie Dorippidae	
Gepäckträgerkrabbe (<i>Ethusa mascarone</i>)	472* —
Familie Schamkrabben (Calappidae)	
Schamkrabben (<i>Calappa</i>)	492
Familie Leucosiidae	

Überfamilie Oxyrhyncha

Familie Dreieckskrabben (Majidae)	491
<i>Pugettia gracilis</i>	476* —
Seespinnen (<i>Maja</i>)	491

Familie Parthenopidae

Überfamilie Brachyrhyncha

Familie Corystidae	
Familie Atelecyclidae	
<i>Thia</i>	459* —

Familie Cancridae	
Taschenkrebse (<i>Cancer pagurus</i>)	473* 492

Familie Schwimmkrabben (Portunidae)	492
Strandkrabbe (<i>Carcinus maenas</i>)	492
Echte Schwimmkrabben (<i>Portunus</i>)	459* 492
Samtkrabbe (<i>P. puber</i>), Blaukrabbe (<i>P. holsatus</i>)	493* —
Blaukrabben (<i>Callinectes</i>), <i>Podophthalmus vigil</i>	492

Familie Süßwasserkrabben (Potamonidae)	492
<i>Potamon</i>	492

Familie Xanthidae	
<i>Lybia tessellata</i>	492

Familie Geryonidae

Familie Pinnoteridae	492
Muschelwächter (<i>Pinnotheres pisum</i>)	493* 492

Familie Renn- und Winkerkrabben (Ocypodidae)	497
Sandkrabben (<i>Ocypode</i>)	476* 497
Winkerkrabben (<i>Uca</i>)	497
Stiel-Winkerkrabbe (<i>U. stylifera</i>)	497
<i>U. annulipes</i> , <i>U. insignis</i>	497
Langbeinige Winkerkrabbe (<i>U. stenodactylus</i> , früher <i>U. stenodactyla</i>)	498
<i>U. saltitanta</i> , Smaragdschild-Winker (<i>U. beebei</i>)	498
Sing-Winkerkrabbe (<i>U. musica</i>)	499
Terpsichore-Winkerkrabbe (<i>U. terpsichore</i>)	499
Tanger-Winkerkrabbe (<i>U. tangeri</i>)	476* 499
<i>Dotilla</i>	499

Familie Armeekrabben (Mictyridae)	499
--	-----

Familie Springkrabben (Grapsidae)	499
Felsenkrabbe (<i>Grapsus grapsus</i>), Mangrovekrabbe (<i>Aratus pisoni</i>), <i>Goniopsis pulchra</i> , Kolumbuskrabbe (<i>Planes minutus</i>)	499
Wollhandkrabbe (<i>Eriocheir sinensis</i>)	476* 500

Familie Landkrabben i. e. S. (Gecarcinidae)	500
Karibische Landkrabbe (<i>Cardisoma guanhumi</i>)	500
Gemeine Landkrabbe (<i>Gecarcinus ruricola</i>)	500
<i>Gr. lagostoma</i>	476* —

<i>Ucides</i>	500
Rote Landkrabbe (<i>Gigantinus lateralis</i>)	500

Familie Hapalocarcinidae**Überordnung Pancarida****Ordnung Thermosbaenacea**

<i>Thermosbaena mirabilis</i>	501
-------------------------------	-----

Überordnung Ranzenkrebse (Peracarida)**Ordnung Spaltfüßer (Mysidacea)****Unterordnung Lophogastrida**

Familie Lophogastridae	Familie Eucopiidae
<i>Gnathophausia</i>	501

Unterordnung Mysida

Familie Petalophthalmidae	<i>Mysis relicta</i> , <i>Praunus</i>	501
	<i>Neomysis integer</i>	501* —
Familie Mysidae		501

Ordnung Flohkrebse (Amphipoda)**Unterordnung Gammaridea**

Familie Gammaridae	496* —	Familie Haustoriidae	
Bachflohkrebs (<i>Rivulogammarus pulex</i>)	502		
<i>R. lacustris</i>	502* —	Familie Phliasiidae	
Brunnenkrebse (<i>Niphargus</i>), <i>Niphargellus</i> ,			
<i>Niphargopsis</i> , <i>Microniphargus</i>	502	Familie Aoridae	
<i>Eriopisa</i> , <i>Eriopisella</i>	502		
		Familie Photidae	
Familie Calliopiidae			
		Familie Amphithoidae	
Familie Lysianassidae			
		Familie Corophiidae	502
Familie Leucothoidae		Wattkrebs (<i>Corophium volutator</i>)	502
Familie Strandflöhe (Talitridae)	502	Familie Cheluridae	
Gemeiner Strandfloh (<i>Talitrus saltator</i>)	502		
Küstenhüpfer (<i>Orchestia gammarellus</i>)	502	Familie Podoceridae	
Familie Ampeliscidae			

Unterordnung Ingolfiellidea**Unterordnung Laemodipodea**

Familie Gespenstkrebe (Caprellidae)	503	<i>Pseudoprotella phasma</i>	496* —
Gespenstkrebs (<i>Phthisica marina</i>)	503		
Widderkrebs (<i>Caprella linearis</i>)	503* 503	Familie Walläuse (Cyamidae)	503

Unterordnung Hyperiidea

Familie Lanceolidae

Familie Phromimidae

Familie Eumimonectidae

Familie Lycaeidae

Familie Scinidae

Familie Oxycephalidae

Familie Thaumtopsidae

Familie Typhidae (= Platyscelidae)

Familie Hyperiidae

Ordnung Kumazeen (Cumacea)

Familie Bodotriidae

Familie Lampropidae

Familie Leuconidae

Familie Pseudocumidae

Familie Nannastacidae

Familie Diastylidae

Diastylis rathkei

503

Ordnung Spelaeogriphacea

Ordnung Scherenasseln (Tanaidacea = Anisopoda)

Unterordnung Monokonophora

Familie Apseudidae

Familie Kalliapseudidae

Apseudes

470* —

Unterordnung Dikonophora

Familie Neotanaidae

Familie Tanaidae

Tanais cavolinii

Familie Paratanaidae

Heterotanaïs oerstedii

504

504

Ordnung Asseln (Isopoda)

Unterordnung Gnathiidea

Unterordnung Microcerberidea

Unterordnung Anthuridea

Unterordnung Fächerschwanzasseln (Flabellifera)

Familie Cirolanidae

Familie Sphaeromatidae

Familie Aegidae

Unterfamilie Holzbohrasseln (Limnoriinae)

Aega psora

470* —

Limnoria lignorum

504

504

Familie Cymothoidae

Unterfamilie Sphaeromatinae

Anilocra physodes

496* —

Familie Serolidae

Unterordnung Klappenasseln (Valvifera)

Familie Idoteidae

Familie Arcturidae

Saduria (= *Mesidotea*) *entomon*

470* 496* —

Unterordnung Asellota

Familie Wasserasseln (Asellidae)	504	Familie Parasellidae	
Gemeine Wasserassel (<i>Asellus aquaticus</i>)	504		
Höhlenassel (<i>A. cavaticus</i>), <i>Proasellus</i>	504	Familie Microparasellidae	

Unterordnung Phreatoicidea**Unterordnung Landasseln (Oniscoidea)**

Familie Ligiidae		Familie Cylisticidae	
Strandassel (<i>Ligia oceanica</i>)	496* 505		
Familie Trichoniscidae		Familie Porcellionidae	
		Kellerassel (<i>Porcellio scaber</i>)	505* 505
Familie Platyarthridae		Familie Armadillidiidae	
Ameisenassel (<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i>)	506	Rollassel (<i>Armadillidium vulgare</i>)	496* 505
Familie Oniscidae		Familie Armadillidae	
Mauerassel (<i>Oniscus asellus</i>)	496* 505	Familie Tylidae	

Unterordnung Schmarotzerasseln (Epicaridea)

Familie Bopyridae	Familie Entoniscidae
Familie Dajidae	

Unterstamm Tracheentiere (Tracheata)**Klasse Tausendfüßer (Myriapoda)****Unterklasse Doppelfüßer (Diplopoda)****Ordnung Pinselfüßer (Pselaphognatha)**

Pinselfüßer (<i>Polyxenus lagurus</i>)	509* 512
--	----------

Ordnung Chilognatha**Unterordnung Opisthandria**

Familie Saftkugler (Glomeridae)	513	Familie Riesenkugler (Sphaerotheriidae)	509* 513
<i>Glomeris</i>	513		
Gerandeter Saftkugler (<i>Gl. marginata</i>)	509* 513		

Unterordnung Proterandria**Familiengruppe Bandfüßer (Polydesmida)**

Abgeplatteter Bandfüßer (<i>Polydesmus complanatus</i>)	509* 513	<i>Platyrrhacus</i>	509* 513
<i>Brachydesmus superus</i>	496* —	<i>Apfelbeckia</i>	511

Familiengruppe Nematophora**Familiengruppe Schnurfüßer i. w. S. (Julida)**

Familie Schnurfüßer i. e. S. (Julidae)		<i>Schizophyllum sabulosum</i>	496* 509* 513
<i>Cylindroiulus londinensis</i> (= <i>C. teuto-nicus</i>)	509* 513	<i>Graphidostreptus</i>	509* 513

Unterklasse Wenigfüßer (Pauropoda)

Pauropus silvaticus

514* 514

Unterklasse Zwergfüßer (Symphyla)

Zwergskolopender (*Scutigerella*

immaculata)

514* 514

Unterklasse Hundertfüßer (Chilopoda)

Überordnung Epimorpha

Ordnung Erdläufer (Geophilomorpha)

Pachymerium ferrugineum

515

electricus)

510* 515

Leuchtender Erdläufer (*Geophilus*

Ordnung Riesenläufer oder Skolopender (Scolopendromorpha)

Scolopendra subspinipes

510* 515

Überordnung Anamorpha

Ordnung Steinläufer (Lithobiomorpha)

Brauner Steinläufer (*Lithobius*

forficatus)

510* 515

Ordnung Spinnenasseln (Scutigromorpha)

Scutigera coleoptrata

496* 510* 516

Tierwörterbuch

I. DEUTSCH — ENGLISH — FRANZÖSISCH — RUSSISCH

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Abgeplatteter Bandfüßer		Polydesme à lamelles	Плоский многосвяз
Acanthobdellae		Acanthobdellés	Акантобделлы
Acanthocephala	Spiny-headed worms	Acanthocéphales	Колючеголовые черви
Acari	Mites	Acariens	Клещи
Acaridae	Acarids	Acaridés	Амбарные клещи
Acarus siro		Acare de farine	Чесоточный клещ
Achtstrahlige Korallen		Octocoraux	Восьмилучевые коралло- вые полипы
Acnidaria		Acnidares	Нестрекающие кишечно- полостные
Acroporidae	Acroporids	Acroporidés	Актиниевые
Actinaria	Sea anemones	Actinies	Актинии
Actinia	—	—	Актинии
— equina		Actinie pourpre	Конская актиния
Afterscorpione	False scorpions	Pseudoscorpions	Ложноскорпионы
Agelenidae	Funnel-web spiders	Agélenidés	Мешковые пауки
Aktinien	Sea anemones	Actinies	Актиниевые
Alchen	Threadworms	Nématodes	Круглые черви
Alcyonaria	Alcyonarian corals	Alcyonaires	Пробковые полипы
Alcyonium digitatum	Sea finger	Main de mer	Алиона
Alpheidae	Alpheids	Alphéidés	Креветки
Amerikanische Flußplanarie		Dugésie de rivières	Американская речная планария
— Zylinderrose	Sand anemone		Американский цериант
Amerikanischer Flußkrebs	River crayfish	Écrevisse américaine	Американский речной рак
— Hummer	American lobster	Homard d'Amérique	Американский омар
Amoebina		Amoebines	Амебы
Amphipoda	Amphipods	Amphipodes	Бокоплавы
Ancylostoma duodenale		Ankylostoma duodénal	Анкилостома
Androctonus australis		Androcton d'Afrique du Nord	Сахарский скорпион
Anemonia sulcata		Anémone de mer	Бороздчатая анемона
Annelida	Jointed worms	Annélides	Кольчатые черви
Anomura		Anomures	Неполнохвостые раки
Anthipatharia		Anthipathariens	Антипатовые
Anthipathidae	Anthipathids	Anthipathidés	Антипаты
Anthozoa	Anthozoans	Anthozoaires	Коралловые полипы
Aphrodite aculeata		Aphrodite hérissée	Колочая афродита
Aphroditidae	Aphroditids	Aphroditidés	Афродитовые
Arachnida	Arachnids	Arachnides	Паукообразные
Araneae	Spiders	Araniens	Пауки
Arancidae	Araneids	Aranéidés	Настоящие много- клеточные
Araneus diadematus	Garden spider	Épéire diadème	Паук крестовик
Arenicola marina	Lugworm	Arénicole des pêcheurs	Пескожил
Argasidae	Argasids	Argasidés	Аргасиды
Argulus foliaceus	Fish louse	Argule foliacé	Карповая вошь
Arktische Riesenqualle		Cyanée artique	Арктическая цианея
Armadillidium vulgare		Armadille vulgaire	Шаровидка
Artemia salina	Pillbug	Artémie	Соляной рачек
Arthropoda	Arthropods	Arthropodes	Членистоногие
Ascaris lumbricoides	Roundworm	Ascaride lombricoïde	Человеческая аскарида
Asc-helminthes	Roundworms	Aschelminthes	
Asellidae	Fresh water isopods	Asellidés	Водные мокрицы
Asellus aquaticus	— isopod	Aselle aquatique	Водяной ослик
Asseln	Isopods	Isopodes	Равноногие ракообразные
Asselspinnen	Pantopods	Pantopodes	Многоколенчатые
Astacidae	Freshwater crabs	Astacidés	Речные раки
Astacura		Astacures	Длиннохвостые раки
Astacus astacus	Crayfish	Écrevisse commune	Широкопалый речной рак
Astroides calycularis	Star coral		Бокальчатый коралл
Atlantischer Palolo		Eunice atlantique	Атлантический палоло
Aufgustierchen	Ciliates	Ciliés	Ресничные
Aurelia		Auréliés	Аурелии
— aurita	Common jellyfish	Aurélie	
Aviculariidae	Aviculariids	Avicularidés	Воклопав-блоха
Bachflohkrebs		Gammare de ruisseaux	Туалетные губки
Badeschwämme	Spongids	Spongidés	Морские жолуди
Balanomorpha	Barnacles	Balanomorphes	Обыкновенный морской жолудь
Balanus balanoides	Common barnacle	Balan commun	

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Baldachinspinnen	Money spiders	Linyphidés	Многосвязки
Bandfüßer		Polydesmides	Ленточные черви
Bandwürmer	Tapeworms	Cestodes	Раки-медведи
Bärenkrebse	Scyllarids	Scyllaridés	Тихоходки
Bärtierchen	Waterbears	Tardigrades	Брюхохоресничные черви
Bauchhaarlinge	Gastrotrichans	Gastrotriches	
Bauchwimperlinge	Hypotrichans	Hypotriches	
Baumförmige Korallen	Acroporids	Acroporidés	
Bdelloida	Bdelloidans	Bdelloides	
<i>Beroë cucumis</i>	Sea mitre	Béroë allongé	
Bewaffneter Bandwurm	Swine tapeworm	Ténia du porc	Вооруженный цепень
<i>Birgus latro</i>	Robber crab	Crabe des cocotiers	Пальмовый вор
Blasenwurm	Dog tapeworm	Ténia échinocoque	Эхинококк
Blattfußkrebse	Phyllopods	Phyllopoies	Жаброногие ракообразные
Blaues Trompetentierchen	Blue stentor	Stentor bleu	Синий трубач
Blaukorallen	Blue corals	Hélioporidés	
Blaukrabben	— crabs	Callinectes	
Blumentiere	Anthozoans	Anthozoaires	Коралловые полипы
Blutsauger		Sangue du cheval	Ложноконская пиявка
Bohrschwämme	Clionids	Clionidés	Сверлящие губки
<i>Bonellia viridis</i>	Bonellia	Bonellie verte	Зеленая бонеллия
Borsteneigel		Acanthobdellés	Акантобделлы
Bosminidae	Bosminids	Bosminidés	
Brachyura	Crabs	Brachyures	Крабы
Branchiobdellidae	Branchiobdellids	Branchiobdellidés	
<i>Branchipus stagnalis</i>		Branchipe commun	Жаброног
Branchiura	Fish lice	Branchiures	Рыбьи вши
Braune Hydra		Hydre commune	Обыкновенная гидра
Brauner Steinläufer		Mille-pattes commun	Обыкновенная многоножка
Brunnenkrebse	Fresh water amphipods	Gammare de fontaines	
Brunnenwürmer	Haplotaxids	Haplotaxidés	
Bücherskorpion	House scorpion	Chélifère cancroide	Книжный ложноскorpion
<i>Calappa</i>		Calappe	Стидливые крабы
Calcareae	Calcareous sponges	Calcareiens	Известковые губки
<i>Callinectes</i>	Blue crabs	Callinectes	
<i>Cancer pagurus</i>	Rock-dwelling crab	Crabe tourteau	Большой сухопутный краб
<i>Caprella linearis</i>		Caprelle-chèvre	Морская козочка
Caprellidae	Caprellids	Caprellidés	Капрелловые
<i>Carcinus maenas</i>	Shore crab	Crabe enragé	Европейский краб
<i>Cardisoma guanhumi</i>	White crab		Карибский сухопутный краб
Ceriantharia		Cérianthaires	Цериантовые
<i>Cerianthopsis americanus</i>	Sand anemone	Cérianthe nordique	Американский цериант
<i>Cerianthus lloydii</i>		Cérianthe de Méditerranée	Северный цериант
— membranaceus		Cestides	Перепончатый цериант
Cestidea	Venus's girdles	Cestodes	Ленточные черви
Cestoda	Tapeworms	Ceste de Vénus	
<i>Cestus veneris</i>	Venus's girdle	Sangue de Ceylan	Цейлонская пиявка
Ceylonegel		Chétopère luisant	Пергаментный трубокжил
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		Chélicériens	
Chelicerata		—	Хелицеровые
Chelicerentiere		Chélifère cancroide	Книжный ложноскorpion
<i>Chelifer cancroides</i>	House scorpion	Pseudoscorpions	Ложноскorpionы
Chelonethi	False scorpions	Chilopodes	Губоногие многоножки
Chilopoda	Centipedes	Clonorchis chinois	Китайская двуустка
Chinesischer Leberegel		Hydre verte	Зеленая гидра
<i>Chlorohydra viridissima</i>		Chrysaores	Хризаоры
<i>Chrysaora</i>		Ciliés	Ресничные
Ciliata	Ciliates	Cirripèdes	Усоногие ракообразные
Cirripedia	Barnacles	Cladocères	Ветвистоусые ракообразные
Cladocera	Water fleas	Clionidés	Сверлящие губки
Clionidae	Clionids	Clonorchis chinois	Китайская двуустка
<i>Clonorchis sinensis</i>		Cnidaires	Стрекающие кишечнополостные
Cnidaria	Cnidarians	Coccidies	Кокцидии
Coccidia	Coccidians	Cœlentérés	Кишечнополостные
Coelenterata	Jellyfishes, anemones and corals	Collossendécidés	Глубоководные морские пауки
Collossendeidae	Collossendeids	Pantopode à trompe	Хоботковый морской паук
<i>Collossendeis proboscidea</i>		Colpode	Колпода
<i>Colpoda cucullus</i>		Conchostragues	Раковинные жаброноги
Conchostraca		Copépodes	Веслоногие рачки
Copepoda	Copepods	Coraux	Благородные кораллы
Corallium	Precious corals	Corail rouge	Влагодородный коралл
— rubrum	Red precious coral	Coronulidés	Китовые морские жолуди
Coronulidae	Coronulids	Crangon commun	Обыкновенная креветка
<i>Crangon crangon</i>	Common shrimp		

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Craspedomonadidae	Craspedomonadids	Craspedomonadidés	Воротничковые жгутико-носцы
Crustacea	Crustaceans	Crustacés	Ракообразные
Ctenophora	Comb jellyfishes	Cténoplores	Гребневники
Ctenopoda	Ctenopods	Cténopodes	
Cumacea	Cumaceans	Cumacés	Кумовые ракообразные
Cyamidae	Whale lice	Cyamidés	Китовые вши
Cyanea		Cyanées	Цианеи
— arctica		Cyanée arctique	Арктическая цианея
— capillata	Lions mane		Волосатая цианея
Cyaneidae	Cyaneids	Cyanéidés	Цианеевые
Cyclopidae	Cyclopids	Cyclopides	Циклопиды
Dalmatiner Schwamm		Eponge officinal	Адриатическая губка
Daphnien	Water fleas	Cladocères	Ветвистоусые ракообразные
Darm-Pärchenegel		Bilharzie de l'intestin	Кишечная кровяная двуустка
Decapoda	Decapods	Décapodes	Десятиногие ракообразные
Deckennetzspinnen	Money spiders	Linyphidés	
Deuterostomia		Deutérostomes	Вторичноротые
Dibothriocephalus latus	Fish tapeworm	Ténia du poisson	Толстоногий водный клещ
Dickbeinige Wassermilbe		Unionicole à grosses pattes	Ланцетовидная двуустка
Dicrocoelium dendriticum		Dicrocélium fer-de-lance	
Didinium nasutum	Water bear	Didinium	
Digene Saugwürmer		Trématodes digènes	Дигенетические сосальщики
Dinoflagellata	Dinoflagellates	Dinoflagellés	Панцирные жгутиконосцы
Diplopoda	Millipeds	Diplopes	Кивсяковые
Diploria	Brain corals	Diploriens	
Diplozoon paradoxum	Diplozoon	Diplozoon paradoxal	Странный спайник
Doppelfüßer	Millipeds	Diplopes	Кивсяковые
Doppeltier	Diplozoon	Diplozoon paradoxal	Странный спайник
Dörnchenkorallen		Anthipathariens	Антипатовые
Dracunculus medinensis		Filaire de Médine	Ришта
Dreieckskrabben	Spider crabs	Majidés	Майи
Dreilapper	Trilobites	Trilobites	Трилобиты
Dromia	Dromid crabs	Dromies velues	Волосатые крабы
Dromiidae	—	Dromidés	Волосатые крабы
Dugesia dorotocephala		Dugésie de rivières	Американская речная планария
Dysderidae	Dysderids	Dysdérídés	Эхинококк
Echinococcus granulosus	Dog tapeworm	Ténia échinocoque	Эхиуриды
Echiurida	Echiurids	Echiures	Эхиур
Echiurus echiurus		Echiure	Крабы
Echte Krabben	Crabs	Brachyures	Сцифоидные
— Quallen	Large jellyfishes	Scyphozoaires	Крабы-пловунцы
— Schwimmkrabben	True swimming crabs	Portunes	Пауки
— Spinnen	Spiders	Araniens	Настоящие многоклеточные
— Vielzeller	Many-celled animals	Eumétazoaires	
— Vogelspinnen	Aviculariids	Avicularidés	Благородные кораллы
Edelkorallen	Precious corals	Coraux	Широкопалый речной рак
Edelkrebs	Crayfish	Écrevisse commune	Пиявки
Egel	Leeches	Hirudinés	Длиннохвостые раки
Eigentliche Langschwanzkrebse		Astacures	Однокамерные фораминиферы
Einkammerige		Foraminifères à coquille mono-thalame	Однохвостый приапул
Einschwänziger Priapswurm		Priapule	Простейшие животные
Einzeller	Protozoans	Protozoaires	Энхитрея
Enchytraeus albidus		Enchytrée	Дизентерийная амеба
Entamoeba histolytica		Amibe dysentérique	
Entenmuscheln	Barnacles	Cirripèdes	Морские утки
—		Lepadomorphes	Обыкновенная острица
Enterobius vermicularis		Ver d'intestin	Низшие ракообразные
Entomostraca	Entomostraca	Entomostragues	Камптозои
Entoprocta	Kamptozoans	Kamptozoaires	
Epicaridae	Epicarids	Épicaridés	Светляковые
Erdläufer	Luminous centipedes	Géophilomorphes	
Erigonidae	Erigonids	Erigonidés	
Eriocheir sinensis		Crabe chinois	Китайский мохнаторукий краб
Erntemilbe	Chigger	Lepte autumnal	Полевая краснотелка
Errantia		Polychaetes errants	Свободноползающие полихеты
Eumetazoa	Many-celled animals	Eumétazoaires	Настоящие многоклеточные
Eunice fucata		Eunice atlantique	Атлантический палоло
Euphausiacea	Euphausiaceans	Euphausiacés	Эфраузиевые ракообразные

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
<i>Euplectella aspergillum</i>	Venus's-flower-basket	Euplectelle	Европейский лангуст
Europäische Languste	Spiny lobster	Langoustes européenne	Широкопалый речной рак
Europäischer Flußkrebse	Crayfish	Ecrevisse commune	Европейский омар
— Hummer	Lobster	Homard d'Europe	
Eurypteridae	Eurypterids	Euryptéridés	
Fadenwürmer	Threadworms	Nématodes	Круглые черви
Fangschreckenkrebe	Stomatopods	Stomatopodes	Ротонogie ракообразные
<i>Fasciola gigantica</i>		Douve du foie géante	Гигантская печеночная двуустка
— <i>hepatica</i>		Grande douve du foie	Печеночная двуустка
Felsenkrabbe	Rock crab	Grapse des rochers	
Festsitzende Vielborster		Polychaetes sédentaires	Сидячие полихеты
Filzwurm		Aphrodite hérissée	Колючая афродита
Fischassel		Cymothoïdés	Рыбные мокрицы
Fischbandwurm	Fish tapeworm	Ténia du poisson	
Fischegel	Ichthyobdellids	Ichthyobdellidés	
Fischläuse	Fish lice	Branchiures	Рыбы пиявки
Flagellata	Flagellates	Flagellés	Жгутиковые
Flohkrebe	Amphipods	Amphipodes	Воклопавы
Flußkrebe	Fresh water crabs	Astacides	Речные раки
Foraminiferen	Foraminifera	Foraminifères	Фораминиферы
Freilebende Vielborster		Polychaetes errants	Свободноползающие полихеты
Fühlerlose	Chelicerates	Chélicériens	Хелицеровые
<i>Fungia</i>	Fungus corals	Coraux champignons	Груздевики
Ganzbewimperte	Holotrichous ciliates	Holotriches	
Garnelenartige Langschwanzkrebe	Trues shrimps	Natantides	Креветковые
<i>Gastrotricha</i>		Gastrotriches	Брюхохресничные черви
Gecarcinidae	Land crabs	Géarcinidés	Сухопутные крабы
<i>Gecarcinus ruricola</i>	— crab	Crabe terrestre	Обыкновенный сухопутный краб
Geißelskorpione		Uropyges	Скорпионопауки
Geißeltiere	Flagellates	Flagellés	Жгутиковые
Geisterkrabben	Ghost crabs	Ocupodes	Песчаные крабы
Gelbe Haarqualle	Lions mane		Волосатая цианел
Gemeine Entenmuschel	Barnacle	Anatife	Обыкновенная морская утка
— Landkrabbe	Land crab	Crabe terrestre	Обыкновенный сухопутный краб
— Seepocke	Common barnacle	Balan commun	Обыкновенный морской жолудь
— Wasserassel	Fresh water isopod	Aselle aquatique	Водяной ослик
Gemeiner Fischegel		Sangue piscicole	Обыкновенная рыба пиявка
— Leberegel		Grande douve du foie	Печеночная двуустка
— Regenwurm	Earthworm	Ver de terre	Обыкновенный дождевой червь
— Schlammröhrenwurm		Tubifex	Обыкновенный трубочник
— Strandfloh		Talitres sauteur	Песочный скакун
— Weberknecht	Harvestman	Faucheur	Обыкновенный сенокосец
Geophilomorpha	Luminous centipedes	Géophilomorphes	Светлячковые
<i>Geophilus electricus</i>	— centipede	Géophile luisant	Светлянка
Gespenschkrebse	Caprellids	Caprellidés	Капрелловые
Gießkannenschwamm	Venus's-flower-basket	Euplectelle	
Glasschwämme		Hexactinellides	
Gliederfüßer	Arthropods	Arthropodes	Стеклянные губки
Gliedertiere	Articulates	Articulates	Членистоногие
Gliederwürmer	Jointed worms	Annélides	
Glockentierchen	Peritrichous ciliates	Péritriches	Кольчатые черви
Glomeridae	Glomerids	Glomérédés	Кругоресничные инфузории
Glossiphoniidae	Glossiphoniids	Glossiphonidés	Клубовидковые
<i>Gordius aquaticus</i>		Gordius aquatique	Плоские пиявки
Gorgonaria		Gorgonaires	Водной волосатик
Granat	Common shrimp	Crangon commun	Горгонарии
Grapsidae	Rock crabs	Grapsidés	Обыкновенная креветка
<i>Grapsus grapsus</i>	— crab	Grapse des rochers	
Graue Hydra		Hydre grise	Серая гидра
— Seefeder		Ptéroïde gris	Серое морское перо
Gregarinen		Grégarines	Грегарины
Grenadierkrabben	Mictyrids	Mictyridés	
Großer Leberegel		Grande douve du foie	Печеночная двуустка
— Rückenschaler		Triops	Большой щитень
Grüne Bonellia	Bonellia	Bonellie verte	Зеленая бонеллия
— Hydra		Hydre verte	Зеленая гидра
Grubenwurm		Ankylostome duodénal	Анкилостома
Gurkenqualle	Sea mitre	Béroé allongé	
Haarqualen	Cyaneids	Cyanéidés	Цианеевые

Deutscher [wissenschaftl.] Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Knollenkalkschwämme	Leuconids	Leuconidés	
Knorpelegel	Glossiphoniids	Glossiphonidés	Плоские пиявки
Köderwurm	Lugworm	Atrénicole des pêcheurs	Пескожил
Kokzidien		Coccidies	Кокцидии
Kompaßquallen		Chrysaores	Хризаоры
Königskrabben	King crabs	Limules	Обыкновенный мечехвост
Korkschwämme	Suberitids	Subéridités	
Krabbspinnen	Crab spiders	Thomisidés	Пауки-бокоходы
Kragengeißler	Craspedomonadids	Craspedomonadidés	Воротничковые жгутико-носцы
Krallenfüßer	Oncopods	Oncopodes	
—	Onychopods	Onychopodes	
Krätzemilbe des Menschen	Itch mite	Gale de l'homme	Чесоточный зудень
Kratzer	Spiny-headed worms	Acanthocéphales	Колочеголовые черви
Krebstiere	Crustaceans	Crustacés	Ракообразные
Kreuzspinne	Garden spider	Epéire diadème	Паук крестовик
Kronenquallen	Coronates	Coronates	
Krustenanemonen		Zoanthaires	Зоантарии
Kugelspinnen	Theridiids	Therididés	
Kumazeen		Cumacés	Кумовые ракообразные
Küstenhüpfer	Beach flea	Orchestie des rivages	Береговой скакун
Landasseln		Oniscoides	Мокрицевые
Landegel	Haemadipsids	Hémadipsidés	Наземные пиявки
Landkrabben i. e. S.	Land crabs	Gécarcinidés	Сухопутные крабы
Landplanarien		Terricoles	Наземные планарии
Lanzettegel		Dicrocélium fer-de-lance	Ланцетовидная двуустка
Langusten	Spiny lobsters	Palinuridés	Лангусты
Lappenrippenquallen	Lobates	Lobés	
<i>Latrodectus mactans</i>	Black widow spider	Veuve noire	
Laufmilben		Trombidiformes	Красотелковые клещи
— i. e. S.	Trombidiids	Trombididés	Красотелки
Lederkorallen	Alcyonarian corals	Alcyonnaires	Пробковые полипы
Lederzecken	Argasids	Argasidés	Аргазиды
Lepadomorpha		Lepadomorphes	Морские уточки
<i>Lepas anatifera</i>	Barnacle	Anatife	Обыкновенная морская уточка
Leptostraken		Leptostragues	Тонкопанцирные
Leuchtender Erdläufer	Luminous centipede	Géophile luisant	Светлянка
Leuchtkrebse		Euphausiacés	Эфраузиевые ракообразные
Leuconidae	Leuconids	Leuconidés	
<i>Ligia oceanica</i>		Ligie des rivages	Береговая мокрица
<i>Ligula intestinalis</i>		Ligule des intestins	Ремнец
Limnoriidae	Gribbles	Limnoridés	Сверлящие мокрицы
<i>Limulus</i>	King crabs	Limules	Обыкновенный мечехвост
<i>Linguatula serrata</i>		Linguatule nasale	Носовая пятиустка
Linguatulida	Linguatulides	Linguatulides	Пятиустки
Linyphiidae	Money spiders	Linyphidés	
Lithistida	Lithistides	Lithistides	
Lithobiomorpha		Lithobiomorphes	Костяנקовые
<i>Lithobius forficatus</i>		Mille-pattes commun	Обыкновенная многоножка
Lithodidae	Lithodid crabs	Lithodidés	Каменные крабы
<i>Loa loa</i>		Filaire loa	Червь-лоа
Lobata	Lobates	Lobés	
Lochkorallen	Poritids	Poritidés	Поритовые
Lochträger	Foraminifera	Foraminifères	Фораминиферы
<i>Lumbricus terrestris</i>	Earthworm	Ver de terre	Обыкновенный дождевой червь
<i>Lycosa</i>	Tarantulas	Tarentules	Тарантулы
Lycosidae	Wolf spiders	Lycosidés	Тарантуловые
<i>Macracanthorhynchus hirudinaceus</i>		Acanthocéphale géant	Гигантский скребень
Madenwurm		Ver d'intestin	Обыкновенная острица
Madrepore		Madrépores	Мадрепоры
Madrepোরaria	Stony corals	Madrépores	Мадрепоровые кораллы
<i>Maja</i>	Spider crabs	Araignées de mer	Майи
Majidae	—	Majidés	Майи
Malacostraca		Malacostragues	Высшие ракообразные
Malmignatte	Black widow spider	Veuve noire	
Mandibellose	Amandibulates	Amandibulés	
Mandibeltiere	Mandibulates	Mandibulés	
Maricola		Maricoles	Морские планарии
Mauerassel	Sowbug	Cloporte des murs	Стенная мокрица
Maxillipoda	Maxillipods	Maxillipodes	
Medinawurm		Filaire de Médine	Ришта
Medizinischer Blutegel	Leech	Sangsu médicale	Лечебная пиявка
Meeres-Einsiedlerkrebse	Hermit crabs	Paguridés	Морские раки отшельники
Meeresplanarien		Maricoles	Морские планарии

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Meereswassermilben	Halacarids	Halacaridés	Морские клещи
Meerhand	Sea finger	Main de mer	Алциона
Meerquappe		Echiure	Эхиур
Meerschwert	Venus's girdle	Ceste de Vénus	
<i>Megascolides australis</i>		Lombric géant	Гигантский дождевой червь
Mehlmilbe		Acare de farine	Чесоточный клещ
Merostomata	Merostomates	Merostomates	Меростомовые
Mesozoa	Unorganized animals	Mésozoaires	Мезозои
Mictyridae	Mictyrids	Mictyridés	
Milben	Mites	Acariens	Клещи
Mitteltkrebse		Anomures	Неполнохвостые раки
Mittelmeer-Zylinderoose		Cérianthe de Méditerranée	Перепончатый цериант
Mitteltiere	Unorganized animals	Mésozoaires	Мезозои
Monogene Saugwürmer		Trématodes monogènes	Моногенетические сосальщики
Monothalamia		Foraminifères à coquille monothalamie	Однокамерные фораминиферы
Mundfüßer	Stomatopods	Stomatopodes	
Mundlose	Astomates	Astomes	
Muschelkrebse	Ostracods	Ostracodes	Ракушковые рачки
Muschelschaler		Conchostragues	Раковинные жаброноги
Muschelwächter	Oyster crab	Crabe de moule	Гороховый краб
Myriapoda	Thousand-legged worms	Myriapodes	Многоножки
Mysidacea	Mysidaceans	Mysidacés	Мизиды
Myzostomida	Myzostomes	Myzostomides	Мизостомиды
Nacktamöben		Amoebines	Амебы
Nacktmünder	Gymnostomates	Gymnostomes	
Naiden	Naidids	Naididés	Вьюнки
Naididae	Naidids	—	Вьюнки
Nasentierchen	Water bear	Didinium	
Nasenwurm		Linguatule nasale	Носовая пятиустка
Natantia	Trues shrimps	Natantides	Креветковые
Nemat-helminthes	Roundworms	Némathelminthes	
Nematoda	Threadworms	Nématodes	Круглые черви
Nematomorpha		Nématomorphes	Волосатиковые черви
Nemertini	Strapworms	Némertines	Немертины
<i>Nephrops norvegicus</i>	Norway lobster	Néphrops	Норвежский омар
Neptungsgehirn	Brain corals	Diploriens	
Nessellose Hohltiere		Acnidaires	Нестрекающие кишечнополостные
Nesselquallen		Cyanées	Цианеи
Nesseltiere		Cnidaires	Стрекающие кишечнополостные
Neumünder		Deutérostomes	Вторичноротые
Neumundtiere		Deutérostomes	Вторичноротые
Niedere Krebse		Entomostroques	Низшие ракообразные
<i>Niphargus</i>	Fresh water amphipods	Gammare de fontaines	
Nordische Zylinderoose		Cérianthe nordique	Северный цериант
Nordseegarnele	Common shrimp	Crangon commun	Обыкновенная креветка
Norwegischer Hummer	Norway lobster	Néphrops	Норвежский омар
Notostraca		Notostragues	Щитни
Octocorallia		Octocoraux	Восьмилучевые коралловые полипы
<i>Ocypode</i>	Ghost crabs	Ocypodes	Песчаные крабы
Ocypodidae	Ocypodids	Ocypodidés	Песчаные крабы
Ohrenqualle	Common jellyfish	Aurélié	
Ohrenquallen		Auréliés	Аурелии
Oligochaeta	Earthworms	Oligochaetes	Малощетинковые черви
Oligotricha	Oligotrichous ciliates	Oligotriches	
Oncopoda	Oncopods	Oncopodes	
Oniscoidea		Oniscoides	Мокрицевые
<i>Oniscus asellus</i>	Sowbug	Cloporte des murs	Стенная мокрица
Onychophora		Onychophores	Коготные черви
Onychopoda	Onychopods	Onychopodes	
Onychura	Onychures	Onychures	
<i>Opisthorchis felineus</i>		Douve du chat	Кошачья печеночная двуустка
<i>Orchestia gammarellus</i>	Beach flea	Orchestie des rivages	Береговой скакун
Orgelkorallen	Organ-pipe corals	Tubiporidés	Органчиковые
<i>Oronectes limosus</i>		Ecrevisse américaine	Американский речной рак
Orthognatha		Orthognathes	Пауки-птицееды
Ostracoda	Ostracods	Ostracodes	Ракушковые рачки
Ostseegarnele		Palémon de la Baltique	Балтийская креветка
<i>Oxyuris equi</i>		Oxyure chevalin	Лошадиная острица
Paguridae	Hermit crabs	Paguridés	Морские раки отшельники
<i>Palaemon squilla</i>		Palémon de la Baltique	Балтийская креветка
Palinuridae	Spiny lobsters	Palinuridés	Лангусты
<i>Palinurus vulgaris</i>	— lobster	Langouste européenne	Европейский лангуст

Deutscher [wissenschaftl.] Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Palmendieb	Robber crab	Crabe des cocotiers	Пальмовый вор
Palpatores	Palpatores	Palpatores	
Paludicola	Paludicoles	Paludicoles	Пресноводные планарии
Pantoffeltierchen	Slipper animalcules	Paramécie	Туфельки
Pantopoda	Pantopods	Pantopodes	Многоколенчатые
Panzergeißler	Dinoflagellates	Dinoflagellés	Панширные жгутиконосцы
Panzerkrebse		Astacures	Длиннохвостые раки
Paramecium		Paramécie	Туфельки
Parasitiformes	Slipper animalcules	Parasitiformes	Гамазоидные клещи
Pärchenegel	Schistosomids	Schistosomidés	Кровяные двуустки
Pauropoda	Paupods	Paupodes	Пауโรปоды
Pedipalpi	Whip scorpions	Pédipalpes	Жгутоногие пауки
Pennatularia	Sea-pens	Pennatulaires	Морские перья
Pentastomida	Linguatulides	Linguatulides	Пятиустки
Pergamentwurm		Chétopère luisant	Пергаментный трубожил
Peritricha	Peritrichous ciliates	Péritriches	Кругоресничные инфузории
Pferdeaktinie		Actinie pourpre	Конская актиния
Pferde-Madenwurm		Oxure chevalin	Лошадиная острица
Pferdeschwamm	Horse sponge	Eponge de toilette	
Phalangida	Harvestmen	Phalangides	
Phalangium opilio	Harvestman	Faucheur	Обыкновенный сенокосец
Pharyngobdellae		Pharyngobdellés	Глоточные пиявки
Pholcidae	Pholcids	Pholcides	
Phyllopoda	Phyllopods	Phyllopodes	Жаброногие ракообразные
Physalia physalis	Portuguese man-of-war	Physalie	Сифонофора физалия
Pilzkorallen	Fungus corals	Coraux-champignons	Груздевики
Pinnoteres pisum	Oyster crab	Crabe de moule	Гороховый краб
Piscicola geometra		Sangsue piscicole	Обыкновенная рыба-пиявка
Pistolenkrebse	Alpheids	Alphéidés	Креветки
Plathelminthes	Plathelminthes	Plathelminthes	Плоские черви
Plattenegel	Glossiphoniids	Glossiphoniés	Плоские пиявки
Plattwürmer	Plathelminthes	Plathelminthes	Плоские черви
Pleurobrachia pileus	Sea walnut	Pleurobrachie velue	
Polychaeta	Seaworms	Polychaetes	Многощетинковые черви
Polydesmida		Polydesmides	Многосвязки
Polydesmus complanatus		Polydesme à lamelles	Плоский многосвяз
Polystoma integerrimum		Polystomum de vessie	Лягушечья многоустка
Polythalamia		Foraminifères à coquille polythalamie	Многокамерные фораминиферы
Porcellio scaber		Cloporte des caves	Погребная мокрица
Porentierchen	Foraminifera	Foraminifères	Фораминиферы
Poritidae	Poritids	Poritides	Поритовые
Portugiesische Galeere	Portuguese man-of-war	Physalie	Сифонофора физалия
Portunidae	Swimming crabs	Portunides	Крабы-пловунцы
Portunus	True swimming crabs	Portunes	Крабы-пловунцы
Posthörchenwürmer		Spirorbes	Спирорбис
Potamidae	Potamids	Potamidés	Пресноводные крабы
Priapswürmer	Priapulids	Priapulides	Приапиды
Priapululus caudatus		Priapule	Однохвостый приапид
Protostomia		Protostomes	Первичноротые
Protozoa	Protozoans	Protozoaires	Простейшие животные
Pseudoscorpiones	False scorpions	Pseudoscorpions	Ложноскорпионы
Pteroides griseum		Ptéroïde gris	Серое морское перо
Purpurrose	Sea anemones	Actinies	Актинии
Purpurserose		Actinie pourpre	Конская актиния
Pycnogonidae	Pycnogonids	Pycnogonides	Береговые морские пауки
Pycnogonum littorale		Pycnogonon littoral	Береговой морской паук
Quappwurm		Echiure	Эхиур
Rädertiere	Wheel animalcules	Rotatores	Коловратки
Radiata	Jellyfishes, anemones and corals	Coelentérés	Кишечнополостные
Radiolarien	Radiolaria	Radiolaires	Лучевики
Radnetzspinnen i. e. S.	Araneids	Aranéides	
Rankenfüßer	Barnacles	Cirripèdes	
Reiterkrabben	Ghost crabs	Ocypodes	
Renillidae	Renillids	Rénillidés	Песчаные крабы
Renn- und Winkerkrabben	Ocypodids	Ocypodidés	
Reptantia	Crawfishes	Reptantides	Песчаные крабы
Rhizocephala		Rhizocéphales	Корнеголовые
Rhizopoda	Rhizopods	Rhizopodes	Корненожки
Rhizostomae		Rhizostomes	Ризостомы
Rhynchobdellae		Rhynchobdellés	Хоботные пиявки
Riemenbandwurm		Ligule des intestins	Ремнец
Riesenkratzer		Acanthocéphale géant	Гигантский скребень
Riesenkugler	Sphaerotheriids	Sphérothéridés	
Riesenläufer		Scolopendromorphes	Сколопендры
Riesen-Leberegel		Douve du foie géante	Гигантская печеночная двуустка

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Riesenregenwurm		Lombric géant	Гигантский дождевой червь
Riesenskorpione	Eurypterids	Euryptéridés	Эвриптериды
Rindenkorallen		Gorgonaires	Горгонарии
Rinderbandwurm	Beef tapeworm	Ténia du bœuf	Невооруженный цепень
Ringelwürmer	Jointed worms	Annélides	Кольчатые черви
Rippenquallen	Comb jellyfishes	Ctenophores	Гребневики
Ritterkrebse	Crawfishes	Reptantides	
<i>Rivulogammarus pulex</i>		Gammar de ruisseaux	Бокоплав-блоха
Rollassel	Pillbug	Armadille vulgaire	Шаровидка
Rotatoria	Wheel animalcules	Rotatores	Коловратки
Rote Edelkoralle	Red precious coral	Corail rouge	Благородный коралл
Rückenschaler		Notostragues	Щитни
Ruderfußkrebse	Copepods	Copépodes	Веслоногие рачки
Ruhramöbe		Amibe dysentérique	Дизентерийная амеба
Rüssel-Asselspinne		Pantopode à trompe	Хоботковый морской паук
Rüsselegel		Rhynchobdellés	Хоботные пиявки
Rüsselkrebse	Bosminids	Bosminidés	
Saftkugler	Glomerids	Gloméridés	Клубовидковые
Sahara-Skorpion		Androcton d'Afrique du Nord	Сахарский скорпион
Saitenwürmer	Horsehair worms	Nématomorphes	Волосатиковые черви
Salticidae	Jumping spiders	Salticidés	Пауки-скакуны
Salzkrebschen		Artémie	Соляный рачек
Sammelmilbe		Trombidion	Шелковая краснотелка
Sandkrabben	Ghost crabs	Ocyodes	Песчаные крабы
Sandkrebse	Mole crabs	Hippidés	
Sandwurm	Lugworm	Arénicole des pêcheurs	Пескожил
Saphirkrebse		Sapphirines	Сафирные рачки
Sapphirina		—	Сафирные рачки
<i>Sarcoptes scabiei</i>	Itch mite	Gale de l'homme	Чесоточный зудень
Saugmünder	Myzostomes	Myzostomides	Мизостомиды
Saugtieren		Sucteurs	Сосущие инфузории
Saugwürmer	Flukes	Trématodes	Сосальщики
Schalamoben		Testacés	Раковинные амебы
Schamkrabben		Calappe	Стыдливые крабы
Scheibenquallen	Large jellyfishes	Scyphozoaires	Сцифоидные
Scherenfüßer	Chelicerates	Chélicériens	
<i>Schistosoma haematobium</i>		Bilharzie de la vessie	Мочеводная кровяная двуустка
— japonicum		— d'extrême-Orient	Японская кровяная двуустка
— mansoni		— de l'intestin	Кишечная кровяная двуустка
Schistosomidae	Schistosomids	Schistosomidés	Кровяные двуустки
Schlammröhrenwürmer	Tubificids	Tubificidés	Трубочники
Schlauchwürmer	Roundworms	Aschelminthes	
Schlundegel		Pharyngobdellés	Глоточные пиявки
Schmarotzerasselns	Epicarids	Epicaridés	
Schmarotzermilben		Parasitiformes	Гамазодные клещи
Schneider	Harvestmen	Phalangides	
Schnurfüßer i. e. S.	Julids	Julidés	Кивсяки
Schnurfüßer i. w. S.	Julides	Julides	Кивсяки
Schnurwürmer	Strapworms	Némertines	Немертины
Schwammtiere	Sponges	Spongiaires	Губки
Schwarze Korallen	Anthipathids	Anthipathidés	Антипаты
Schwarze Witwe	Black widow spider	Veuve noire	
Schweinebandwurm	Swine tapeworm	Ténia du porc	Вооруженный цепень
Schwertschwänze	Horseshoe crabs	Xiphosures	Мечехвосты
Schwimmkrabben	Swimming crabs	Portunidés	Крабы-пловуны
Scolopendromorpha		Scolopendromorphes	Сколопендры
Scorpiones	Scorpions	Scorpions	Скорпионы
Scutigeromorpha		Scutigéromorphes	Мухоловковые
Scyllaridae	Scyllarids	Scyllaridés	Раки-медведи
Scyphozoa	Large jellyfishes	Scyphozoaires	Сцифоидные
Sechsaugen	Dysderids	Dysdéridés	
Sechstrahlige Korallen		Héxacoraux	Шестилучевые коралло-вые полипы
Sedentaria		Polychaetes sédentaires	Сидячие полихеты
Seeanemonen	Sea anemones	Actinies	Актиниевые
Seeblase	Portuguese man-of-war	Physalie	Сифонофора физалия
Seefedern	Sea-pens	Pennatulares	Морские перья
Seemannshand	Sea finger	Main de mer	Алциона
Seemaus		Aphrodite hérissée	Колочая афродита
Seepocken	Barnacles	Balanomorphes	Морские жолуди
—	—	Cirripèdes	Усоногие ракообразные
Seeraupen	Aphroditids	Aphroditidés	Афродитовые
Seerosen	Sea anemones	Actinies	Актиниевые
Seeskorpione	Eurypterids	Euryptéridés	Эвриптериды
Seespinnen	Spider crabs	Araignées de mer	Майи

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Seestachelbeere	Sea walnut	Pleurobrachie velue	
Seestiefmütterchen	Renillids	Rénillidés	
Segelqualle	By-the-wind-sailors	Vellele	Парусница
Siphonophora		Siphonophores	Сифонофоры
Sipunculida		Sipunculides	Сипункулиды
Skolopender		Scolopendromorphes	Сколопендры
Skorpione	Scorpions	Scorpions	Скорпионы
Skorpionspinnen	Whip scorpions	Pédipalpes	Жгутоногие пауки
Solifuga		Solifuges	Сольпуги
Sommerkiemenfuß		Branchipe commun	Жаброног
Sonnentierchen	Sun animalcules	Heliozoaires	
Spaltfüßer		Mysidacés	Мизиды
Sphaerotheriidae	Sphaerotheriids	Sphérothéridés	
Spinnenassel		Scutigéromorphes	Мухоловковые
Spinnentiere	Arachnides	Arachnides	Паукообразные
Spinnenverwandte	Chelicerates	Chélicériens	
Spiralwimperlinge	Spirotriches	Spirotriches	
<i>Spirobrhis</i>		Spirobrbes	Спирорбис
<i>Spirotricha</i>	Spirotriches	Spirotriches	
Spongia	Sponges	Spongiaires	Губки
<i>Spongia officinalis</i>		Éponge officinal	Адриатическая губка
Spongidae	Spongids	Spongides	Туалетные губки
Spongillidae	Fresh water sponges	Spongillidés	Бадяги
Sporentierchen	Sporozoans	Sporozoaires	Споровики
Sporozoa	—	—	Споровики
Springkrabben	Rock crabs	Grapsidés	
Springspinnen	Jumping spiders	Salticidés	Пауки-скакуны
Spritzwürmer		Sipunculides	Сипункулиды
Spulwurm	Roundworm	Ascaride lombricoïde	Человеческая аскарида
Staatsquallen	Siphonophores	Siphonophores	Сифонофоры
Stachelspinnen	Gasteracanthés	Gastéracanthés	
Steinkorallen	Stony corals	Madrépores	Мадрепоровые кораллы
Steinkrabben	Lithodid crabs	Lithodidés	Каменные крабы
Steinläufer		Lithobiomorphes	Костянковые
Steinschwämme	Lithistides	Lithistides	
<i>Stentor</i>	Stentor	Stentor	Трубачи
— <i>coeruleus</i>		— bleu	Синий трубач
Sternkoralle	Star coral		Бокальчатый коралл
Stomatopoda	Stomatopods	Stomatopodes	Ротоногие ракообразные
Strahlentierchen	Radiolaria	Radiolaires	Лучевики
Strandassel		Ligie des rivages	Береговая мокрица
Strandflöhe	Beach fleas	Talitridés	Песочные скакуны
Strandkrabbe	Shore crab	Crabe enragé	Европейский краб
Streckkiefer	Tetragnathids	Tétragnathidés	
Strudelwürmer	Flatworms	Turbellaires	Ресничные черви
Stummelfüßer		Onychophores	Коготные черви
Suberitidae	Suberitids	Subéridités	
Suctoria		Sucteurs	Сосущие инфузории
Süßwasser-Kelchwürmer	Urnatellids	Urnatellidés	
Süßwasserkrabben	Potamidés	Potamidés	Пресноводные крабы
Süßwasserplanarien		Paludicoles	Пресноводные планарии
Süßwasserschwämme	Freshwater sponges	Spongillidés	Бадяги
Symphyla	Symphylids	Symphyles	Сколопендреллы
<i>Taenia solium</i>	Swine tapeworm	Ténia du porc	Вооруженный цепень
<i>Taeniarhynchus saginatus</i>	Beef tapeworm	— — boeuf	Невооруженный цепень
Talitridae	Beach fleas	Talitridés	Песочные скакуны
<i>Talitrus saltator</i>		Talitre sauteur	Песочный скакун
Taranteln	Tarantulas	Tarentules	Тарантулы
Tardigrada	Waterbears	Tardigrades	Тихоходки
Taschenkrebs	Rock-dwelling crab	Crabe tourteau	Большой сухопутный краб
Taschenquallen	Coronates	Coronates	
Tausendfüßer	Thousand-legged worms	Myriapodes	Многоножки
— i. e. S.	Millipeds	Diplopodes	Кивсяковые
Tauwurm	Earthworm	Ver de terre	Обыкновенный дождевой червь
<i>Tegenaria</i>	House spiders	Araignées domestiques	Домовые пауки
— <i>domestica</i>	— spider	Araignée domestique	Домовый паук
Terricola		Terricoles	Наземные планарии
Testacea	Testaceans	Testacés	Раковинные амёбы
Tetragnathidae	Tetragnathids	Tétragnathidés	
Theridiidae	Orb-web spiders	Thériddés	Пауки-ткачи
—	Theridiids	Therididés	
Thomisidae	Crab spiders	Thomisidés	Пауки-бокоходы
Tiefsee-Asselspinnen	Collossendeids	Collossendéidés	Глубоководные морские пауки
Tiefseequallen	Coronates	Coronates	
Topfwurm		Enchytrée	Энхитрея
Tracheata	Tracheates	Trachéates	Трахейные
Tracheentiere	—	—	Трахейные

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Trematodes	Flukes	Trématodes	Сосальщики
Trichine	Trichina	Trichine	Спиральная трихина
<i>Trichinella spiralis</i>	—	—	Спиральная трихина
Trichostomata	Trichostomates	Trichostomes	
Trichterspinnen	Funnel-web spiders	Agélénidés	Мешковые пауки
Trichterwimperlinge	Chonotriches	Chonotriches	
Trilobita	Trilobites	Trilobites	Трилобиты
Trilobitenverwandte	—	Trilobitomorphae	Трилобитовые
Trilobitomorphia	—	—	Трилобитовые
<i>Triops cancriformis</i>	—	Triops	Большой щитень
<i>Trombicula autumnalis</i>	Chigger	Lepte automnal	Полевая краснотелка
Trombidiiformes	—	Trombidiiformes	Краснотелковые клещи
Trombidiidae	Trombidiids	Trombidiidés	Краснотелки
<i>Trombidium holosericum</i>	—	Trombidion	Шелковая краснотелка
Trompetentierchen	Stentor	Stentor	Трубачи
Trypanosomatidae	Trypanosomatids	Trypanosomatidés	Трипанозомы
Trypanosomen	—	—	Трипанозомы
<i>Tubifex tubifex</i>	Tubifex	Tubifex	Обыкновенный трубочник
Tubificidae	Tubificids	Tubificidés	Трубочники
Tubiporidae	Organ-pipe corals	Tubiporidés	Органчиковые
Turbellaria	Flatworms	Turbellaires	Ресничные черви
<i>Tyrophagus casei</i>	—	Acare du fromage	Сырный акар
<i>Uca</i>	Fiddler crabs	Crabes à signaux	Манящие крабы
Ufer-Asselspinne	—	Pycnogonon littoral	Береговой морской паук
Ufer-Asselspinnen	Pycnogonids	Pycnogonidés	Береговые морские пауки
Unbewaffneter Bandwurm	Beef tapeworm	Ténia du bœuf	Невооруженный цепень
<i>Unionicola crassipes</i>	—	Unionicole à grosses pattes	Толстоногий водный клещ
Urmünder	—	Protostomes	Первичноротые
Urmundtiere	—	—	Первичноротые
Urnatellidae	Urnatellids	Urnatellidés	
Uropygi	—	Uropyges	Скорпионопауки
<i>Velella spirans</i>	By-the-wind-sailors	Velelle	Парусница
Venusgürtel	Venus's girdles	Cestides	
—	— girdle	Ceste de Vénus	
Verschiedenbewimperte	Heterotrichous ciliates	Hétérotriches	Многощетинковые черви
Vielborster	Seaworms	Polychaetes	Многокамерные фораминиферы
Vielkammerige	—	Foraminifères à coquille polythalamie	Многощетинковые черви
Vogelspinnen i. w. S.	—	Orthognathes	Пауки-птицееды
Vorratsmilben	Acarids	Acaridés	Амбарные клещи
Wabenkalbschwämme	—	Hétérocoeles	Сотовидные губки
Wachse	—	Anémone de mer	Бороздчатая анемона
Walläuse	Whale lice	Cyamidés	Китовые вши
Wal-Seepocken	Coronulids	Coronulidés	Китовые морские жолуди
Walzenspinnen	—	Solifuges	Сольпуги
Wanderfilarie	—	Filaire loa	Червь-лоа
Wasserasseln	Fresh water isopods	Asellidés	Водные мокрицы
Wasserflöhe	Water fleas	Cladocères	Ветвистоусые ракообразные
Wasserkalb	—	Gordius aquatique	Водяной волосатик
Wasserkälber	—	Nématomorphes	Волосатиковые черви
Wasserschlänger	Naidids	Naididés	Вьюнки
Weberknechte	Harvestmen	Phalangides	Сенокосцы
— i. e. S.	—	—	
Webspinnen	Spiders	Palpateurs	Пауки
Wechseltierchen	—	Aranieus	Амебы
Weichschaler	—	Amoebines	Высшие ракообразные
Weiß Korallen	—	Malacostragues	Мадрепоры
Wenigbewimperte	Oligotrichous ciliates	Madrépores	
Wenigborster	Earthworms	Oligotriches	
Wenigfüßer	Pauropods	Oligochaetes	Малощетинковые черви
Widderkrebs	—	Pauropodes	Паулоподы
Wimpermänder	Trichostomates	Caprelle-chèvre	Морская козочка
Wimpertiere	Ciliates	Trichostomes	
Winkerkrabben	Fiddler crabs	Ciliés	Ресничные
Wolfsspinnen	Wolf spiders	Crabes à signaux	Манящие крабы
Wollhandkrabbe	—	Lycosidés	Тарантуловые
—	—	Crabe chinois	Китайский мохнаторукий краб
Wollkrabben	Dromid crabs	Dromies velues	Волосатые крабы
Wollkrebse	—	Dromidés	Волосатые крабы
<i>Wuchereria bancrofti</i>	—	Wuchérie	Вухерия
Wurzelfüßer	Rhizopods	Rhizopodes	Корненожки
Wurzelkrebse	—	Rhizocéphales	Корнеголовые
Wurzelmundquallen	—	Rhizostomes	Ризостомы
Xiphosura	Horseshoe crabs	Xiphosures	Мечехвосты
Zecken	Ticks	Ixodidés	Иксодовые клещи
Zehnfüßer	Decapods	Décapodes	Десятиногие ракообразные
Zitterspinnen	Pholcids	Pholcidés	
Zoantharia	—	Zoanthaires	Зоантарии

Deutscher (wissenschaftl.) Name	Englischer Name	Französischer Name	Russischer Name
Zungenwürmer	Linguatulides	Linguatulides	Пятиустки
Zwergbandwurm		Ténia nain	Карликовый цепень
— der Maus	Rat tapeworm		Мышиный карликовый цепень
— des Menschen		Ténia nain de l'homme	Человеческий карликовый цепень
Zwergfüßer	Symphylids	Symphyles	Сколопендреллы
Zwergspinnen	Erigonids	Erigonides	
Zylinderosen		Cérianthaires	Цериантовые

II. ENGLISCH — DEUTSCH — FRANZÖSISCH — RUSSISCH

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Acarids	Vorratsmilben	Acaridés	Амбарные клещи
Acorn barnacle	Gemeine Seepocke	Balane commun	Обыкновенный морской жолудь
Acroporids	Baumförmige Korallen	Acroporidés	
Alcyonarian corals	Lederkorallen	Alcyonaires	Пробковые полипы
Alpheids	Knallkrebse	Alphéidés	Креветки
American lobster	Amerikanischer Hummer	Homard d'Amérique	Американский омар
Amphipods	Flohkrebe	Amphipodes	Бокоплавы
Anthipathids	Schwarze Korallen	Anthipathidés	Антипаты
Anthozoans	Blumentiere	Anthozoaires	Коралловые полипы
Aphroditids	Seeraupen	Aphroditidés	Афродитовые
Arachnides	Spinnentiere	Arachnides	
Araneids	Radnetzspinnen i. e. S.	Aranéidés	Настоящие пауки
Argasids	Lederzecken	Argasidés	Аргазиды
Arthropods	Gliederfüßer	Arthropodes	Членистоногие
Astomates	Mundlose	Astomes	
Aviculariids	Echte Vogelspinnen	Avicularidés	
Barnacle	Gemeine Entenmuschel	Anatife	Обыкновенная морская уточка
Barnacles	Rankenfüßer, Seepocken	Cirripèdes, Balanomorphes	Усоногие ракообразные
Beach flea	Küstenhüpfer	Orchestie des rivages	Береговой скакун
— fleas	Strandflöhe	Talitridés	Песочные скакуны
Beef tapeworm	Rinderbandwurm	Ténia du bœuf	Невооруженный цепень
Black widow spider	Schwarze Witwe	Veuve noire	
Blue corals	Blaukorallen	Hélioporidaés	
— crabs	Blaukrabben	Callinectes	
Bonellia	Grüne Bonellia	Bonellie verte	Зеленая бонеллия
Bosminids	Rüsselkrebse	Bosminidés	
Brain corals	Neptungsgehirn	Diploriens	
Branchiobdellids	Kiemengel	Branchiobdellidés	
By-the-wind-sailors	Segelqualle	Velelle	Парусница
Calcareous sponges	Kalkschwämme	Calcarens	Известковые губки
Caprellids	Gespenschkrebse	Caprellidés	Капелловы
Centipedes	Hundertfüßer	Chilopodes	Губоногие многоножки
Chelicerates	Chelicerentiere	Chélicériens	Хелицеровые
Chigger	Erntemilbe	Lepte autumnal	Полевая краснотелка
Chonotriches	Trichterwimperlinge	Chonotriches	
Ciliates	Wimpertiere	Ciliés	Ресничные
Cirripeds	Rankenfüßer	Cirripèdes	Усоногие ракообразные
Clionids	Bohrschwämme	Clionidés	Клионовые
Collossendeids	Tiefsee-Aselspinnen	Collossendéidés	Глубоководные морские пауки
Comb jelly	Seestachelbeere	Pleurobrachie velue	
— jellyfishes	Rippenqualen	Ctenophores	Гребневики
Common barnacle	Gemeine Seepocke	Balane commun	Обыкновенный морской жолудь
— jellyfish	Ohrenqualle	Aurélié	
— shrimp	Nordseegarnele	Crangon commun	
Copepods	Ruderfußkrebse	Copépodes	Веслоногие рачки
Coronates	Tiefseequalen	Coronates	
Coronulids	Wal-Seepocken	Coronulidés	Китовые морские жолуди
Crab spiders	Krabbspinnen	Thomisidés	Пауки-бокоходы
Crabs	Echte Krabben	Brachyures	Крабы
Craspedomonadids	Kragengeißler	Craspedomonadidés	Воротничковые жгутиконосцы
Crawfishes	Ritterkrebse	Reptantides	
Crayfish	Europäischer Flußkrebse	Écrevisse commune	Широкопалый речной рак
Crayfishes	Flußkrebse	Astacidés	Речные раки
Crustaceans	Krebstiere	Crustacés	Ракообразные

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Ctenopods	Kammfüßer	Cténopodes	Цианеевые
Cyaneids	Haarquallen	Cyanéidés	Циклопиды
Cyclopids	Hüpfertinge	Cyclopides	Алциона
Dead men's finger	Meerhand	Main de mer	Десятиногие ракообразные
Decapods	Zehnfüßer	Décapodes	Пандирные жгутиконосцы
Dinoflagellates	Panzergeißler	Dinoflagellés	Странный спайник
Diplozoon	Doppeltier	Diplozoon paradoxal	Эхинококк
Dog tapeworm	Hülsenwurm	Ténia échinocoque	Волосатые крабы
Dromid crabs	Wollkrabben, Wollkrebse	Dromies velues, Dromidés	Обыкновенный дождевой червь
Dysderids	Sechsaugen	Dysdérídés	Малощетинковые черви
Earthworm	Gemeiner Regenwurm	Ver de terre	Эхиуриды
Earthworms	Wenigborster	Oligochaetes	Большой сухопутный краб
Echiurids	Igelwürmer	Echiures	Звриптериды
English crab	Taschenkrebs	Crabe tourteau	Ложноскорпионы
Epicarids	Schmarotzerasseln	Épicaridés	Манящие крабы
Erigonids	Zwergspinnen	Erignidés	Рыбы вши
Eurypterids	Riesenskorpione	Euryptéridés	Карповая вошь
False scorpions	Afterskorpione	Pseudoscorpions	Жгутиковые
Fiddler crabs	Winkerkrabben	Crabes à signaux	Ресничные черви
Fish lice	Fischläuse	Branchiures	Сосальщики
— louse	Karpfenlaus	Argule foliacé	Фораминиферы
— tapeworm	Fischbandwurm	Ténia du poisson	Речные раки
Flagellates	Geißeltiere	Flagellés	Водяной ослик
Flatworms	Strudelwürmer	Turbellaires	Водные мокрицы
Flukes	Saugwürmer	Trématodes	Бадяги
Foraminifera	Lochträger	Foraminifères	Груздевики
Fresh water amphipods	Brunnenkrebse	Gammarés de fontaines	Мешковые пауки
— crabs	Flußkrebse	Astacidés	Паук крестовик
— isopod	Gemeine Wasserassel	Aselle aquatique	Брюхоресничные черви
— isopods	Wasserasseln	Asellidés	Песчаные крабы
— sponges	Süßwasserschwämme	Spongillidés	Клубовидковые
Fungus corals	Pilzkorallen	Coraux-champignons	Плоские пиявки
Funnel-web spiders	Trichterspinnen	Agélenidés	Мешковые пауки
Garden spider	Kreuzspinne	Épéire diadème	Европейский краб
Gasteracanthés	Stachelspinnen	Gastéracanthés	Сверлящие мокрицы
Gastrotriches	Bauchhaarlinge	Gastrotriches	Наземные пиявки
Ghost crabs	Sandkrabben	Ocy-podes	Морские клещи
Glomerids	Saftkugler	Glomérídés	Обыкновенный сенокосец
Glossiphoniids	Knorpelegel	Glossiphonidés	Сенокосцы
Grass spiders	Trichterspinnen	Agélenidés	Морские раки отшельники
Green crab	Strandkrabbe	Crabe enragé	
Gribbles	Holzbohrasseln	Limnoridés	
Gymnostomates	Nacktmünder	Gymnostomes	
Haemadipsids	Landegel	Hémadipsidés	
Halacarids	Meereswassermilben	Halacaridés	
Haplotaxids	Brunnenwürmer	Haplotaxidés	
Harvestman	Gemeiner Weberknecht	Faucheur	
Harvestmen	Weberknechte	Phalangides	
Hermit crabs	Meeres-Einsiedlerkrebse	Pagurides	
Heterotrichous ciliates	Verschiedenbewimperte	Hétérotiches	
Holotrichous ciliates	Ganzbewimperte	Holotriches	
Horse sponge	Pferdeschwamm	Éponge de toilette	
Horseshair worms	Saitenwürmer	Nématomorphes	Волосатиковые черви
Horseshoe crabs	Schwertschwänze, Königskrabben	Xiphosures, Limules	Мечехвосты
House scorpion	Bücherskorpion	Chéelifère cancroide	Книжный ложноскорпион
— spider	Hausspinne	Araignée domestique	Домовый паук
— spiders	Hauswinkelspinnen	Araignées domestiques	Домовые пауки
Hunting spiders	Wolfsspinnen	Lycosidés	Тарантуловые
Hydrocorallids	Hydrokorallen	Hydrocoralliaires	Гидрокораллы
Hydrozoans	Hydrozoen	Hydrozoaires	Гидроидные
Ichthyobdellids	Fischegel	Ichthyobdellidés	
Isopods	Asseln	Isopodes	Равноногие ракообразные
Itch mite	Krätzemilbe des Menschen	Gale de l'homme	Чесоточный зудень
Jellyfishes, anemones and corals	Hohltiere	Coelentérés	Кичечнополостные
Jointed worms	Gliederwürmer	Annélides	
Julides	Schnurfüßer i. w. S.	Julides	Кивсяки
Julids	— i. e. S.	Julidés	Кивсяки
Jumping spiders	Springspinnen	Salticidés	Пауки-скакуны
Kamptozoans	Kelchwü-mer	Kamptozoaires	Камптозои
King crabs	Königskrabben	Limules	Обыкновенный мечехвост
Kinorhynchés	Hakenrüßler	Kinorhynchés	Киноринхи
Land crab	Gemeine Landkrabbe	Crabe terrestre	Обыкновенный сухопутный краб
— crabs	Landkrabben i. e. S.	Gécarcinidés	Сухопутные крабы
Large jellyfishes	Echte Quallen	Scyphozoaires	Сцифоидные
Leech	Medizinischer Blutegel	Sangsue médicale	Лечебная пиявка
Leeches	Egel	Hirudinés	Пиявки

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Leuconids	Knollenkalkschwämme	Leuconidés	Пятиустки
Linguatulida	Zungenwürmer	Linguatulidés	Волосатая цианея
Lions mane	Gelbe Haarqualle		
Lithistides	Steinschwämme	Lithistides	Каменные крабы
Lithodid crabs	Steinkrabben	Lithodidés	
Lobates	Lappenrippenquallen	Lobés	
Lobster	Europäischer Hummer	Homard d'Europe	Европейский омар
Lobsters	Hummer	Homaridés	Омары
Lugworm	Sandwurm	Arénicole des pêcheurs	Пескожил
Luminous centipede	Leuchtender Erdläufer	Géophile luisant	Светлянка
— centipedes	Erdläufer	Géophilomorphes	Светлячковые
Madreporian corals	Steinkorallen	Madrépores	Мадрепоровые кораллы
Many-celled animals	Echte Vielzeller	Eumétazoaires	Настоящие много- клеточные
Mawworm	Spulwurm	Ascaride lombricoïde	Человеческая аскарида
Maxillipods	Kieferfüßer	Maxillipodes	
Merostomates	Hüftmünder	Merostomates	Меростомовые
Mictyrids	Armeekrabben	Mictyridés	
Millipeds	Tausendfüßer, Doppelfüßer	Myriapodes, Diplopodes	Кивсяковые
Mites	Milben	Acariens	Клещи
Mitre jellyfish	Gurkenqualle	Béroé allongé	
Mole crabs	Sandkrebse	Hippidés	
Money spiders	Baldachinspinnen	Linyphidés	
Moon jellyfish	Ohrenqualle	Aurélié	
Mushroom corals	Pilzkorallen	Coraux-champignon	Груздевики
Myzostomes	Saugmünder	Myzostomides	Мизостомиды
Naidids	Wasserschlänger	Naididés	Вьюнки
Nature's ploughman	Gemeiner Regenwurm	Ver de terre	Обыкновенный дождевой червь
Northern comb jelly	Gurkenqualle	Béroé allongé	
Norway lobster	Kaiserhummer	Néphrops	Норвежский омар
Ocypodids	Renn- und Winkerkrabben	Ocypodidés	Песчаные крабы
Oligotrichous ciliates	Wenigbewimperte	Oligotriches	
Oncopods	Krallenfüßer	Oncopodes	
Onychopods	—	Onychopodes	
Orb-web spiders	Haubennetzspinnen	Thériddidés	Пауки-ткачи
Organ-pipe corals	Orgelkorallen	Tubiporidés	Органчиковые
Ostracods	Muschelkrebse	Ostracodes	Ракушковые рачки
Ox tapeworm	Rinderbandwurm	Ténia du bœuf	Невооруженный цепень
Oyster crab	Muschelwächter	Crabe de moule	Гороховый краб
Palpatores	Weberknechte i. e. S.	Palpateurs	
Pantopods	Asselspinnen	Pantopodes	Многоколенчатые
Pauropods	Wenigfüßer	Pauropodes	Пауроподы
Pedipalps	Skorpionspinnen	Pédipalpes	Жутоногие пауки
Peritrichous ciliates	Glockentierchen	Pérित्रiches	Кругоресничные инфузории
Pholcids	Zitterspinnen	Pholcidés	
Phyllopods	Blattfußkrebse	Phyllopoies	Жаброногие ракообразные
Pillbug	Rollassel	Armadiile vulgaire	Шаровидка
Plathelminthes	Plattwürmer	Plathelminthes	Плоские черви
Poritids	Lochkorallen	Poritidés	Поритовые
Portuguese man-of-war	Seebalse	Physalie	Сифонофора физалия
Potamids	Süßwasserkrabben	Potamidés	Пресноводные крабы
Prawns	Garnelenartige	Natantides	Креветковые
Precious corals	Langschwanzkrebse		
Protozoans	Edelkorallen	Coraux	Благородные кораллы
Pycnogonids	Einzeller	Protozoaires	Простейшие животные
Radiolaria	Ufer-Asselspinnen	Pycnogonidés	Береговые морские пауки
Rat tapeworm	Radiolarien	Radiolaires	Лучевники
Red precious coral	Zwergbandwurm der Maus		Мышиный карликовый цепень
Renillids	Rote Edelkoralle	Corail rouge	Благородный коралл
Rhizopods	Seestiefmütterchen	Rénillidés	
River crayfish	Wurzelfüßer	Rhizopodes	Корненожки
Robber crab	Amerikanischer Flußkrebse	Ecrevisse américaine	Американский речной рак
Rock barnacle	Palmendieb	Crabe des cocotiers	Пальмовый вор
— crab	Gemeine Seepocke	Balan commun	Обыкновенный морской жолудь
— crabs	Felsenkrabbe	Grapse des rochers	
— dwelling crab	Springkrabben	Grapsidés	
— lobster	Taschenkrebse	Crabe tourteau	Большой сухопутный краб
Roundworm	Europäische Languste	Langouste européenne	Европейский лангуст
Roundworms	Spulwurm	Ascaride lombricoïde	Человеческая аскарида
Sand anemone	Schlauchwürmer	Aschelminthes	
Schistosomids	Amerikanische Zylinderrose		Американский цериант
Scorpions	Pärcheneigel	Schistosomidés	Кровяные двуустки
Scyllarids	Skorpione	Scorpions	Скорпионы
	Bärenkrebse	Scyllaridés	Раки-медведи

Englischer Name	Deutscher Name	Französischer Name	Russischer Name
Sea anemones	Purpurrose, Aktinien	Actinies	Актиниевые
— blubber	Gelbe Haarqualle		Волосатая цианея
— finger	Meerhand	Main de mer	Алциона
— mitre	Gurkenqualle	Béroé allongé	
— pens	Seefedern	Pennatulaires	Морские перья
— walnut	Seestachelbeere	Pleurobrachie velue	
Seaworms	Vielborster	Polychaetes	Многощетинковые черви
Shore crab	Strandkrabbe	Crabe enragé	Европейский краб
Siphonophores	Staatsqualen	Siphonophores	Сифонофоры
Slipper animalcules	Pantoffeltierchen	Paramécie	Туфельки
Soft coral	Meerhand	Main de mer	Алциона
Sowbug	Mauerrassel	Cloporte des murs	Стенная мокрица
Sphaerotheriids	Riesenkugler	Sphérothéridés	
Spider crabs	Seespinnen	Araignées de mer	Майи
—	Dreieckskrabben	Majidés	Майи
Spiders	Echte Spinnen	Araniens	Пауки
Spiny-headed worms	Kratzer	Acanthocéphales	Колючеголовые черви
Spiny lobster	Europäische Languste	Langouste européenne	Европейский langoust
— lobsters	Langusten	Palinuridés	Лангусты
Spirotriches	Spiralwimperlinge	Spirotriches	
Sponges	Schwammtiere	Spongiaires	Губки
Spongids	Badeschwämme	Spongides	Туалетные губки
Sporozoans	Sporentierchen	Sporozoaires	Споровики
Star coral	Sternkoralle		Бокальчатый коралл
Stentor	Trompetentierchen	Stentor	Трубачи
Stomatopods	Mundfüßer	Stomatopodes	Ротонogie ракообразные
Stony corals	Steinkorallen	Madrépores	Мадрепоровые кораллы
Strapworms	Schnurwürmer	Némertines	Немертины
Suberitids	Korkschwämme	Subéritides	Туалетные губки
Sun animalcules	Sonnentierchen	Heliozoaires	
— jelly	Gelbe Haarqualle		Волосатая цианея
Swimming crabs	Schwimmkrabben	Portunides	Крабы-пловунцы
Swine tapeworm	Schweinebandwurm	Ténia du porc	Вооруженный цепень
Symphylids	Zwergfüßer	Symphyles	Сколопендреллы
Tapeworms	Bandwürmer	Cestodes	Ленточные черви
Tarantulas	Taranteln	Tarentules	Тарантулы
Tardigrades	Bärtierchen	Tardigrades	Тихоходки
Tetragnathids	Streckkiefen	Tétragnathidés	
Theridiids	Kugelspinnen	Theridides	
Thousand-legged worms	Tausendfüßer	Myriapodes	Многоножки
Threadworms	Fadenwürmer	Nématodes	Круглые черви
Tick	Holzbock	Tique	Собачий клещ
Ticks	Zecken	Ixodides	Иксодовые клещи
Tracheates	Tracheentiere	Trachéates	Трахейные
Trematodes	Saugwürmer	Trématodes	Сосальщики
Trichina	Trichine	Trichine	Спиральная трихина
Trichostomates	Wimpernmünder	Trichostomes	
Trilobites	Dreilapper	Trilobites	Трилобиты
Trombidids	Laufmilben i. e. S.	Trombididés	Красотелки
True scorpions	Skorpione	Scorpions	Скорпионы
— shrimps	Garnelenartige	Natantides	Креветковые
— swimming crabs	Langschwanzkrebse	Portunes	Крабы-пловунцы
Trypanosomatids	Echte Schwimmkrabben	Trypanosomatidés	Трипанозомы
Tubifex	Trypanosomen	Tubifex	Обыкновенный трубочник
Tubificids	Gemeiner Schlammröhrenwurm	Tubificidés	Трубочники
Unorganized animals	Schlammröhrenwürmer	Mésozoaires	Мезозои
Umatellids	Mitteltiere	Umatellidés	
Venus's-flower-basket	Süßwasser-Kelchwürmer	Euplectelle	
— girdle	Gießkannenschwamm	Ceste de Vénus	
— girdles	Venusgürtel	Cestides	
Water bears	—	Tardigrades	Тихоходки
— fleas	Bärtierchen	Cladocères	Ветвистоусые ракообразные
Water fleas	Wasserflöhe		
Whale lice		Cyamidés	Китовые вши
Wheel animalcules	Walläuse	Rotatores	Коловратки
Whip scorpions	Rädertiere	Pédipalpes	Жгутоногие пауки
White crab	Skorpionspinnen		Карибский сухопутный краб
	Karibische Landkrabbe		Тарантуловые
Wolf spiders	Wolfsspinnen	Lycosidés	

III. FRANZÖSISCH — DEUTSCH — ENGLISCH — RUSSISCH

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Acanthobdellés	Borsteneigel		Акантобделлы
Acanthocéphale géant	Riesenkratzer		Гигантский скребень
Acanthocéphales	Kratzer		Колючеголовые черви
Acare de farine	Mehlmilbe	Spiny-headed worms	Чесоточный клещ
— du fromage	Käsemilbe		Сырный акар
Acaridés	Vorratsmilben	Acarids	Амбарные клещи
Acariens	Milben	Mites	Клещи
Acnidaires	Nessellose Hohltiere		Нестрекающие кишечнополостные
Acroporidés	Baumförmige Korallen	Acroporids	
Actinie pourpre	Purpurseerose		Конская актиния
Actinies	Aktinien, Purpurrose	Sea anemones	Актиниевые
Agélénidés	Trichterspinnen	Funnel-web spiders	Мешковые пауки
Alcyonaires	Lederkorallen	Alcyonarian corals	Пробковые полипы
Alphéidés	Knallkrebsechen	Alpheids	Креветки
Amibe dysentérique	Ruhramöbe		Дизентерийная амeba
Amibes à coquilles	Schalamöben		Раковинные амeбы
Amoebines	Nacktamöben		Амебы
Amphipodes	Flohkrebs	Amphipods	Бокоплавы
Anatife	Gemeine Entenmuschel	Barnacle	Обыкновенная морская уточка
Androcton d'Afrique du Nord	Sahara-Skorpion		Сахарский скорпион
Anémone de mer	Wachrose		Бороздчатая анемона
Ankylostome duodéal	Grubenwurm		Анкилостома
Annélidés	Gliederwürmer	Jointed worms	Кольчатые черви
Anomures	Mittelkrebse		Неполнохвостые раки
Anthipathariens	Dörnchenkorallen		Антипатовые
Anthipathidés	Schwarze Korallen	Anthipathids	Антипаты
Anthozoaires	Blumentiere	Anthozoans	Коралловые полипы
Aphrodite hérissée	Seemaus		Колочая афродита
Aphroditidés	Seeraupen	Aphroditids	Афродитовые
Arachnides	Spinnentiere	Arachnides	Паукообразные
Araignée domestique	Hausspinne	House spider	Домовый паук
Araignées de mer	Seespinnen	Spider crabs	Майи
— domestiques	Hauswinkelspinnen	House spiders	Домовые пауки
Aranéidés	Radnetzspinnen i. e. S.	Araneids	Настоящие пауки
Araniens	Echte Spinnen	Spiders	Пауки
Arénicole des pêcheurs	Sandwurm	Lugworm	Пескожил
Argasidés	Lederzecken	Argasids	Аргазиды
Argule foliacé	Karpfenlaus	Fish louse	
Armadille vulgaire	Rollassel	Pillbug	
Artémie	Salzkrebsechen		Шаровидка
Arthropodes	Gliederfüßer	Arthropods	Соляный рачек
Ascaride lombricoïde	Spulwurm	Roundworm	Членистоногие
Aschelminthes	Schlauchwürmer	Roundworms	Человеческая аскарида
Aselle aquatique	Gemeine Wasserassel	Fresh water isopod	
Asellidés	Wasserasseln	— — isopods	Водяной ослик
Astacidés	Flußkrebse	— — crabs	Водные мокрицы
Astacures	Eigentliche Langschwanzkrebse		Речные раки
Astomes	Mundlose	Astomates	Длиннохвостые раки
Aurélie	Ohrenqualle	Common jellyfish	
Aurélies	Ohrenqualen		
Avicularidés	Echte Vogelspinnen	Aviculariids	Аурелии
Balane commun	Gemeine Seepocke	Common barnacle	
Balanomorphes	Seepocken	Barnacles	Обыкновенный морской жолудь
Béroé allongé	Gurkenqualle	Sea mitre	Морские жолуди
Bilharzie de la vessie	Harnblasen-Pärchenegel		Мочеводная кровяная двуустка
— — l'intestin	Darm-Pärchenegel		Кишечная кровяная двуустка
— d'extrême-Orient	Japanischer Pärchenegel		Японская кровяная двуустка
Bonellie verte	Grüne Bonellia	Bonellia	Зеленая бонеллия
Bosminidés	Rüsselkrebse	Bosminids	
Brachyures	Echte Krabben	Crabs	Крабы
Branchiobdellidés	Kiemeneigel	Branchiobdellids	
Branchipe commun	Sommerkiemenfuß		
Branchiures	Fischläuse	Fish lice	Жаброног
Calappe	Schamkrabben		Рыбы вши
Calcariens	Kalkschwämme	Calcareous sponges	Стыдливые крабы
Callinectes	Blaukrabben	Blue crabs	Известковые губки
Caprelle-chèvre	Widderkrebse		
Caprellidés	Gespenschkrebse	Caprellids	Морская козочка
Cérianthaires	Zylinderosen		Капелловые Цериантовые

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Cérianthe de Méditerranée	Mittelmeer-Zylinderrose		Перепончатый цериант
— nordique	Nordische Zylinderrose		Северный цериант
Ceste de Vénus	Venusgürtel	Venus's girdle	
Cestides	—	— girdles	
Cestodes	Bandwürmer	Tapeworms	Ленточные черви
Chélicériens	Chelicerentiere	Chelicerates	Хелицеровые
Chélicifère cancroïde	Bücherskorpion	House scorpion	Книжный ложноскorpion
Chétopère luisant	Pergamentwurm		Пергаментный трубожил
Chilopodes	Hundertfüßer	Centipedes	Губоногие многоножки
Chrysaores	Kompaßquallen		Хризаоры
Ciliés	Wimpertiere	Ciliates	Ресничные
Cirripèdes	Rankenfüßer	Barnacles	Усоногие ракообразные
Cladocères	Wasserflöhe	Water fleas	Ветвистоусые
Clonidés	Bohrschwämme	Clonids	ракообразные
Clonorchis chinois	Chinesischer Leberegel		Сверлящие губки
Cloporte des caves	Kellerassel		Китайская двуустка
— — murs	Mauerassel	Sowbug	Погребная мокрица
Cnidaires	Nesseltiere		Стенная мокрица
			Стрекающие
Coccidies	Kokzidien		кишечнополостные
Coelentérés	Hohltiere	Jellyfishes, anemones and corals	Кокцидии
Collossendéidés	Tiefsee-Asselspinnen	Collosseideids	Кишечнополостные
			Глубоководные морские
			пауки
Colpode	Kappentierchen		Колпода
Conchostragues	Muschelschaler		Ракоинные жаброноги
Copépodes	Ruderfußkrebse	Copepods	Веслоногие рачки
Corail rouge	Rote Edelkoralle	Red precious coral	Благородный коралл
Coraux	Edelkorallen	Precious corals	Благородные кораллы
— -champignons	Pilzkorallen	Fungus corals	Груздевики
Coronates	Tiefseequallen	Coronates	
Coronulidés	Wal-Seepocken	Coronulids	Китовые морские жолуди
Crabe chinois	Wollhandkrabbe		Китайский мохнаторукий
			краб
— de moule	Muschelwächter	Oyster crab	Гороховый краб
— des cocotiers	Palmendieb	Robber crab	Пальмовый вор
— enragé	Strandkrabbe	Shore crab	Европейский краб
— terrestre	Gemeine Landkrabbe	Land crab	Обыкновенный сухо-
			путный краб
— tourteau	Taschenkrebs	Rock-dwelling crab	Большой сухопутный краб
Crabes	Echte Krabben	Crabs	Крабы
— à signaux	Winkerkrabben	Fiddler crabs	Манящие крабы
Crangon commun	Nordseegarnele	Common shrimp	Обыкновенная креветка
Craspedomonadidés	Kragengeißler	Craspedomonadids	Воротничковые
			жгутиконосцы
Crevette grise	Nordseegarnele	Common shrimp	Обыкновенная креветка
Crustacés	Krebstiere	Crustaceans	Ракообразные
Cténophores	Rippenquallen	Comb jellyfishes	Гребневики
Cténopodes	Kammfüßer	Ctenopods	
Cumacés	Kumazeen		Кумовые ракообразные
Cyamidés	Walläuse	Whale lice	Китовые вши
Cyanée artique	Arktische Riesenqualle		Арктическая цианея
Cyanées	Nesselquallen		Цианеи
Cyanéidés	Haarquallen	Cyaneids	Цианеевые
Cyclopidés	Hüpfertinge	Cyclopids	Циклопиды
Cymothoidés	Fischasseln		Рыбные мокрицы
Décapodes	Zehnfüßer	Decapods	Десятиногие ракообразные
Deutérostomes	Neumundtiere, Neumünder		Вторичноротые
Dicrocélium fer-de-lance	Lanzettegel		Ланцетовидная двуустка
Didinium	Nasentierchen	Water bear	
Dinoflagellés	Panzergeißler	Dinoflagellates	
Diplopodes	Doppelfüßer	Millipeds	Панцирные жгутиконосцы
Diploriens	Neptungsgehirn	Brain corals	Кисвяковые
Diplozoon paradoxal	Doppeltier		Странный спайник
Douve du chat	Katzenleberegel		Кошачья печеночная
			двуустка
— — foie géante	Riesen-Leberegel		Гигантская печеночная
			двуустка
Dromidés	Wollkrebse	Dromid crabs	Волосатые крабы
Dromies velues	Wollkrabben	— crabs	Волосатые крабы
Dugésie de rivières	Amerikanische Flußplanarie		Американская речная
			планария
Dysdéridés	Sechsaugen	Dysderids	Эхиур
Echiure	Meerquappe		Эхиуриды
Echiures	Igelwürmer	Echiurids	Американский речной рак
Écrevisse américaine	Amerikanischer Flußkrebs	River crayfish	Широкопалый речной рак
— commune	Europäischer Flußkrebs	Crayfish	Энхитрея
Enchytrée	Topfwurm		

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Entomostragues	Niedere Krebse		Низшие ракообразные
Épéire diadème	Kreuzspinne	Garden spider	Паук крестовик
Épicaridés	Schmarotzerasseln	Epicarids	
Éponge de toilette	Pferdeschwamm	Horse sponge	
— officinale	Dalmatiner Schwamm		Адриатическая губка
Ergigonidés	Zwergspinnen	Ergonids	Настоящие
Eumétazoaires	Echte Vielzeller	Many-celled animals	многоклеточные
Eunice atlantique	Atlantischer Palolo		Атлантический палоло
Euphausiacés	Leuchtkrebse		Эфаузиевые
			ракообразные
Euplectelle	Gießkannenschwamm	Venus's-flower-basket	
Euryptéridés	Riesenskorpione	Eurypterids	Эвриптериды
Faucheur	Gemeiner Weberknecht	Harvestman	Обыкновенный сенокосец
Filaire de Médine	Medinawurm		Ришта
— loa	Wanderflarie		Червь-лоа
Flabellifères	Fächerschwanzasseln	Flabellifera	
Flagellés	Geißeltiere	Flagellates	Жгутиковые
Foraminifères	Lochträger	Foraminifera	Фораминиферы
— à coquille monothalame	Einkammerige Lochträger		Однокамерные фораминиферы
— — — polythalamé	Vielkammerige Lochträger		Многокамерные фораминиферы
Gale de l'homme	Krätzemilbe des Menschen	Itch mite	Чесоточный зудень
Gammare de ruisseaux	Bachflohkrebs		Бокоплав-блоха
Gammars de fontaines	Brunnenkrebse	Fresh water amphipods	
Gastéracanthes	Stachelspinnen	Gasteracanthés	
Gastrotriches	Bauchhaarlänge	Gastrotriches	Брюхоресничные черви
Gécarcinidés	Landkrabben i. e. S.	Land crabs	Сухопутные крабы
Géophile luisant	Leuchtender Erdläufer	Luminous centipede	Светлянка
Géophilomorphes	Erdläufer	— centipedes	Светлячковые
Gloméridés	Saftkugler	Clomerids	Клубовидковые
Glossiphonidés	Knorpelegel	Glossiphoniids	Плоские пиявки
Gordius aquatique	Wasserkalb		Водяной волосатик
Gorgonaires	Rindenkorallen		Горгонарии
Grande douve du foie	Großer Leberegel		Печеночная двуустка
Grapse des rochers	Felsenkrabbe	Rock crab	
Grapsidés	Springkrabben	— crabs	
Grégarines	Gregarinen		Грегарины
Gymnostomes	Nacktmünder	Gymnostomates	
Halacaridés	Meereswassermilben	Halacarids	Морские клещи
Haplotaxidés	Brunnenwürmer	Haplotaxids	
Hélioporidés	Blaukorallen	Blue corals	
Heliozoaires	Sonnentierchen	Sun animalcules	
Hémadipsidés	Landegel	Haemadipsids	Наземные пиявки
Hétérocoeles	Wabenkalkschwämme		Сотовидные губки
Hétérotriches	Verschiedenbewimperte	Heterotrichous ciliates	
Héxacoraux	Sechsstahlige Korallen		Шестилучевые коралловые полипы
Hexactinellides	Glasschwämme		Стеклянные губки
Hippidés	Sandkrebse	Mole crabs	
Hirudinés	Egel	Leeches	Пиявки
Holotriches	Ganzbewimperte	Holotrichous ciliates	
Homard d'Amérique	Amerikanischer Hummer	American lobster	Американский омар
— d'Europe	Europäischer Hummer	Lobster	Европейский омар
Homaridés	Hummer	Lobsters	Омары
Hydre commune	Braune Hydra		Обыкновенная гидра
— grise	Graue Hydra		Серая гидра
— verte	Grüne Hydra		Зеленая гидра
Hydrocoralliaires	Hydrokorallen	Hydrocorallids	Гидрокораллы
Hydrozoaires	Hydrozoen	Hydrozoans	Гидроидные
Hymenostomes	Hautmünder	Hymenostomates	
Hypotriches	Bauchwimperlinge	Hypotridos	
Ichthyobdellidés	Fischeegel	Ichthyobdellids	Рыбьи пиявки
Isopodes	Asseln	Isopods	Равноногие ракообразные
Ixodidés	Zecken	Ticks	Иксодовые клещи
Julidés	Schnurfüßer i. e. S.	Julids	Кивсяки
Kamptozoaires	Kelchwürmer	Kamptozoans	Камптозои
Kinorhynches	Hakenrüßler	Kinorhynches	Киноринхи
Langouste européenne	Europäische Languste	Spiny lobster	Европейский лангуст
Lepadomorphes	Entenmuscheln		Морские уточки
Lepte autumnal	Erntemilbe	Chigger	Полевая краснотелка
Leptostragues	Leptostraken		Тонкопанцирные
Leuconidés	Knollenkalkschwämme	Leuconids	
Ligie des rivages	Strandassel		Береговая мокрица
Ligule des intestins	Riemenbandwurm		Ремнец
Limnoriidés	Holzbohrasseln	Gribbles	Сверлящие мокрицы
Limules	Königskrabben	King crabs	Обыкновенный мечехвост

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Linguatule nasale	Nasenvurm		Носовая пятиустка
Linguatulides	Zungenwürmer	Linguatulida	Пятиустки
Linyphidés	Baldachinspinnen	Money spiders	
Lithistides	Steinschwämme	Lithistides	
Lithobiomorphes	Steinläufer		Костянные крабы
Lithodidés	Steinkrabben	Lithodid crabs	Каменные крабы
Lobés	Lappenrippenquallen	Lobates	
Lombric	Gemeiner Regenwurm	Earthworm	Обыкновенный дождевой червь
— géant	Riesenregenwurm		Гигантский дождевой червь
Lycosidés	Wolfsspinnen	Wolf spiders	Тарантуловые
Madrépores	Weiß Koralle		Мадрепоры
—	Steinkorallen		Мадрепоровые кораллы
Main de mer	Meerhand	Stony corals	Алциона
Majidés	Dreieckskrabben	Sea finger	Майи
Malacostragues	Höhere Krebse	Spider crabs	Высшие ракообразные
Mandibulés	Mandibeltiere		
Maricoles	Meeresplanarien	Mandibulates	Морские планарии
Maxillipodes	Kiefernfüßer	Maxillipods	
Merostomates	Hüftmünder	Merostomates	Меростомовые
Mésozoaires	Mitteltiere	Unorganized animals	Мезозои
Mictyridés	Armeekrabben	Mictyrids	
Mille-pattes commun	Brauner Steinläufer		Обыкновенная многоножка
Myriapodes	Tausendfüßer	Thousand-legged worms	Многоножки
Myriacés	Spaltfüßer		Мизиды
Myzostomides	Saugmünder	Myzostomes	Мизостомиды
Naididés	Wasserschlänger	Naidids	Вьюнки
Natantides	Garnelenartige Langschwanzkrebse	Trues shrimps	Креветковые
Nématodes	Fadenwürmer	Threadworms	Круглые черви
Nématomorphes	Saitenwürmer	Horsehair worms	Волосатиковые черви
Némertines	Schnurwürmer	Strapworms	Немертины
Néphrops	Kaiserhummer	Norway lobster	Норвежский омар
Notostragues	Rückenschaler		Щитни
Oxyure chevalin	Pferde-Madenwurm		Лошадина острица
Octocorax	Achtstrahlige Korallen		Восьмилучевые коралловые полипы
Ocypodes	Sandkrabben	Ghost crabs	Песчаные крабы
Ocypodidés	Renn- und Winkerkrabben	Ocypodids	Песчаные крабы
Oligochaetes	Wenigborster	Earthworms	Малощетинковые черви
Oligotriches	Wenigbewimperte	Oligotrichous ciliates	
Oncopodes	Krallenfüßer	Oncopods	
Oniscoides	Landasseln		Мокрицевые
Onychophores	Stummelfüßer		Коготные черви
Onychopodes	Krallenfüßer	Onychopods	
Orchestie des rivages	Küstenhüpfer	Beach flea	Береговой скакун
Orthognathes	Vogelspinnen i. w. S.	Orthognathes	Пауки-птицееды
Ostracodes	Muschelkrebse	Ostracods	Ракушковые рачки
Paguridés	Meeres-Einsiedlerkrebse	Hermit crabs	Морские раки отшельники
Paléon de la Baltique	Ostseegarnele		Балтийская креветка
Palinuridés	Langusten		Лангусты
Palpateurs	Weberknechte i. e. S.	Spiny lobsters	
Paludicoles	Süßwasserplanarien	Palpatores	
Pantopode à trompe	Rüssel-Asselspinne		Пресноводные планарии
Pantopodes	Asselspinnen	Pantopods	Хоботковый морской паук
Paramécie	Pantoffeltierchen	Slipper animalcules	Многоколенчатые
Parasitiformes	Schmarotzermilben		Туфельки
Paupropodes	Wenigfüßer	Paupropods	Гамазоидные клещи
Pédipalpes	Skorpionsspinnen	Whip scorpions	Паулоподы
Pennatulaires	Seefedern	Sea-pens	Жгутоногие пауки
Pérित्रiches	Glockentierchen	Peritrichous ciliates	Морские перья
Phalangides	Weberknechte	Harvestmen	Кругоресничные инфузории
Pharyngobdellés	Schlundegel		Сенокосцы
Pholcidés	Zitterspinnen	Pholcids	Глоточные пиявки
Phylloporodes	Blattfüßkrebse	Phylloporods	
Physalie	Seebäse	Portuguese man-of-war	Жабронogie ракообразные
Plathelminthes	Plattwürmer	Plathelminthes	Сифонофора физалия
Pleurobrachie velue	Seestachelbeere	Sea walnut	Плоские черви
Polychaetes	Vielborster	Seaworms	
— errants	Freilebende Vielborster		Многощетинковые черви
— sédentaires	Festsitzende Vielborster		Свободноползающие полихеты
Polydesme à lamelles	Abgeplatteter Bandfüßer		Сидячие полихеты
Polydesmides	Bandfüßer		Плоский многосвяз
Polystomum de vessie	Harnblasen-Saugwurm		Многосвязки
			Лягушечья многоустка

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Poritidés	Lochkorallen	Poritids	Поритовые
Portunes	Echte Schwimmkrabben	True swimming crabs	Крабы-пловунцы
Portunidés	Schwimmkrabben	Swimming crabs	Крабы-пловунцы
Potamidés	Süßwasserkrabben	Potamids	Пресноводные крабы
Pou des poissons	Karpenlaus	Fish louse	Карповая вошь
Priapule	Einschwänziger Priapswurm		Однохвостый приапул
Priapulides	Priapswürmer		Приапулиды
Protozomes	Urmundtiere, Urmünder		Первичноротые
Protozoaires	Einzelner	Protozoans	Простейшие животные
Pseudoscorpions	Afterskorpione	False scorpions	Ложноскorpionen
Ptéroide gris	Graue Seefeder		Серое морское перо
Pycnogonidés	Ufer-Asselspinnen	Pycnogonids	Береговые морские пауки
Pycnogonon littoral	Ufer-Asselspinne		Береговой морской паук
Radiolaires	Radiolarien	Radiolaria	Лучевники
Rénillidés	Seestiefmütterchen	Renillids	
Reptantides	Ritterkrebse	Crawfishes	
Rhizocéphales	Wurzelkrebse		Корнеголовые
Rhizopodes	Wurzelfüßer	Rhizopods	Корненожки
Rhizostomes	Wurzelmundquallen		Ризостомы
Rhynchobdellés	Rüsselegel		Хоботные пиявки
Rotatores	Rädertiere	Wheel animalcules	Коловратки
Salticidés	Springspinnen	Jumping spiders	Пауки-скакуны
Sangsue de Ceylan	Ceylonegel		Цейлонская пиявка
— du cheval	Pferdeegel		Ложнококонская пиявка
— médicale	Medizinischer Blutegel	Leech	Лечебная пиявка
— piseicole	Gemeiner Fischeegel		Обыкновенная рыба-пиявка
Sapphirines	Saphirkrebse		Сафирные рачки
Schistosomidés	Pärchenegel	Schistosomids	Кровяные двуустки
Scolopendromorphes	Riesenläufer		Сколупендры
Scorpion des livres	Bücherskorpion	House scorpion	Книжный ложноскorpion
Scorpions	Skorpione	Scorpions	Скорпионы
Scutigéromorphes	Spinnenasseln		Мухоловковые
Scyllaridés	Bärenkrebse	Scyllarids	Раки-медведи
Scyphozoaires	Echte Quallen	Large jellyfishes	Сцифоидные
Siphonophores	Staatsquallen		Сифонофоры
Sipunculides	Spritzwürmer		Сипункулиды
Solifuges	Walzenspinnen		Сольпуги
Sphérothéridés	Riesenkugler	Sphaerotheriids	
Spirorbes	Posthörnchenwürmer		Спирорбис
Spirotriches	Spiralwimperlinge	Spirotriches	
Spongiaires	Schwammtiere	Sponges	Губки
Spongidés	Badeschwämme	Spongids	Туалетные губки
Spongillidés	Süßwasserschwämme	Fresh water sponges	Бадяги
Sporozoaires	Sporentierchen	Sporozoans	Споровики
Stentor	Trompetentierchen	Stentor	Трубаки
— bleu	Blaues Trompetentierchen		Синий трубоч
Stomatopodes	Mundfüßer	Stomatopods	Ротоногие ракообразные
Subéritidés	Korkschwämme	Suberitids	
Sucteurs	Saugtierchen		Сосущие инфузории
Symphytes	Zwergfüßer	Symphylids	Сколупендреллы
Talitres sauteur	Gemeiner Strandfloh		Песочный скакун
Talitridés	Strandflöhe	Beach fleas	Песочные скакуны
Tardigrades	Bärtierchen	Waterbears	Тихоходки
Tarentules	Taranteln	Tarantulas	Тарантулы
Ténia du bœuf	Rinderbandwurm	Beef tapeworm	Невооруженный цепень
— poisson	Fischbandwurm	Fish tapeworm	
— porc	Schweinebandwurm	Swine tapeworm	Вооруженный цепень
— échinocoque	Hülsenwurm	Dog tapeworm	Эхинококк
— nain	Zwergbandwurm		Карликовый цепень
— de l'homme	— des Menschen		Человеческий карликовый цепень
Terricoles	Landplanarien		Наземные планарии
Testacés	Schalamöben		Раковинные амёбы
Tétragnathidés	Streckkiefer	Tetragnathids	
Thérididés	Haubennetzspinnen, Kugelspinnen	Orb-web spiders	Пауки-ткачи
Thomisidés	Krabbspinnen	Crab spiders	Пауки-бокоходы
Tique	Holzbock	Tick	Собачий клещ
Trachéates	Tracheentiere	Tracheates	Трахеиные
Trématodes	Saugwürmer	Flukes	Сосальщики
— digènes	Digene Saugwürmer		Дигенетические сосальщики
— monogènes	Monogene Saugwürmer		Моногенетические сосальщики
Trichine	Trichine	Trichina	Спиральная трихина
Trichostomes	Wimpermänder	Trichostomates	
Trilobites	Dreilapper	Trilobites	Трилобиты

Französischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Russischer Name
Trilobitomorphen	Trilobitenverwandte		Трилобитовые
Triops	Großer Rückenschaler		Большой щитень
Trombidiformes	Laufmilben		Краснетелковые клещи
Trombidiidés	Laufmilben i. e. S.	Trombidiids	Краснетелки
Trombidion	Saunmetmilbe		Шелковая краснетелка
Trypanosomatidés	Trypanosomen		Трипанозомы
Tubifex	Gemeiner Schlammröhrenwurm	Tubifex	Обыкновенный трубочник
Tubificidés	Schlammröhrenwürmer	Tubificids	Трубочники
Tubiporidés	Orgelkorallen	Organ-pipe corals	Органчиковые
Turbellaires	Strudelwürmer	Flatworms	Ресничные черви
Unionicole à grosses pattes	Dickbeinige Wassermilbe		Толстоногий водный клещ
Urnatellidés	Süßwasser-Kelchwürmer	Urnatellids	
Uropyges	Geißelskorpione		Скорпионопауки
Velelle	Segelqualle	By-the-wind-sailors	Парусница
Ver de Guinée	Medinawurm		Ришта
-- terre	Gemeiner Regenwurm	Earthworm	Обыкновенный дождевой червь
-- d'intestin	Madenwurm		Обыкновенная острица
-- solitaire du bœuf	Rinderbandwurm	Beef tapeworm	Невооруженный цепень
-- -- porc	Schweinebandwurm	Swine tapeworm	Вооруженный цепень
Veuve noire	Schwarze Witwe	Black widow spider	
Wuchérie	Haarwurm		Вухерия
Xiphosures	Schwertschwänze	Horseshoe crabs	Мечехвосты
Zooanthaires	Krustenanemonen		Зоантарии

IV. RUSSISCH — DEUTSCH — ENGLISH — FRANZÖSISCH

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Адриатическая губка	Dalmatiner Schwamm		Éponge officinale
Акантобделлы	Borsteneigel		Acanthobdellés
Актиниевые	Актинии	Sea anemones	Actinies
Актинии	Purpurrosen	--	--
Алциона	Meerhand	-- finger	Main de mer
Амбарные клещи	Vorratsmilben	Acarids	Acaridés
Амебы	Nacktamöben		Amoebines
Американский омар	Amerikanischer Hummer	American lobster	Homard d'Amérique
Американский речной рак	-- Flußkrebs		Ecrevisse américaine
Американский цериант	Amerikanische Zylinderrose	Sand anemone	
Анкилостома	Grubenwurm		Ankylostome duodénal
Антипатовые	Dörnchenkorallen		Anthipathariens
Антипаты	Schwarze Korallen	Anthipathids	Anthipathidés
Аргазиды	Lederzecken	Argasids	Argasidés
Арктическая цианея	Арктиische Riesenqualle		Cyanée artique
Атлантический палоло	Atlantischer Palolo		Eunice atlantique
Аурелии	Ohrenquallen		Auréliés
Афродитовые	Seeraupen	Aphroditids	Aphroditidés
Вадяги	Süßwasserschwämme	Freshwater sponges	Spongillidés
Балтийская креветка	Ostseegarnele		Palémon de la Baltique
Береговая мокрица	Strandassel		Ligie des rivages
Береговой морской паук	Ufer-Asselspinne		Pycnogonon littoral
Береговой скакун	Küstenhüpfer	Beach flea	Orchestie des rivages
Береговые морские пауки	Ufer-Asselspinnen	Pycnogonids	Pycnogonidés
Весстебельчатые усонogie	Seepocken	Barbacles	Balanomorphes
Вихорхи	Walzenspinnen		Solifuges
Виченосцы	Geißeltiere	Flagellates	Flagellés
Благородные кораллы	Edelkorallen	Precious corals	Coraux
Благородный коралл	Rote Edelkoralle	Red precious coral	Corail rouge
Вокальчатый коралл	Sternkoralle	Star coral	
Вокоплав-блоха	Bachflohkrebs		Gammare de ruisseaux
Вокоплавы	Flohkrebs	Amphipods	Amphipodes
Вольшой сухопутный краб	Taschenkrebs	Rock-dwelling crab	Crabe tourteau
Вольшой щитень	Großer Rückenschaler		Triops
Вороздчатая анемона	Wachrose		Anémone de mer
Брюхоресничные черви	Bauchhaarlinge	Gastrotriches	Gastrotriches
Бычий солитер	Unbewaffneter Bandwurm	Beef tapeworm	Ténia du bœuf
Веслоногие рачки	Ruderfußkrebse	Copepods	Copépodes
Ветвистоусые ракообразные	Wasserflöhe	Water fleas	Cladocères
Водные мокрицы	Wasserasseln	Fresh water isopods	Asellidés
Водяной волосатик	Wasserkalb		Gordius aquatique
Водяной ослик	Gemeine Wasserassel	Fresh water isopod	Aselle aquatique
Волосатая цианея	Gelbe Haarqualle	Lions mane	

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Волосатиковые черви	Saitenwürmer	Horsehair worms	Nématomorphes
Волосатые крабы	Wollkrebse	Dromid crabs	Dromidés
Волосатые крабы	Wollkrabben	—	Dromies velues
Вооруженный цепень	Schweinebandwurm	Swine tapeworm	Ténia du porc
Воротничковые жгутиконосцы	Kragengeißler	Craspedomonadids	Craspedomonadidés
Восьмилучевые коралловые полипы	Achtstrahlige Korallen		Octocoraux
Вторичноротые	Neumundtiere, Neumünder		Deutérostomes
Бухерия	Haarwurm		Wuchérie
Высшие ракообразные	Höhere Krebse		Malacostragues
Вьюнки	Wasserschlängler	Naidids	Naididés
Гамазoidные клещи	Schmarotzermilben		Parasitiformes
Гастротрихи	Bauchhaarlinge	Gastrotriches	Gastrotriches
Гигантостраки	Riesenskorpione	Eurypterids	Euryptéridés
Гигантская печеночная двуустка	Riesen-Leberegel		Douve du foie géante
Гигантские ракоскорпионы	Riesenskorpione	—	Euryptéridés
Гигантский дождевой червь	Riesenregenwurm		Lombric géant
Гигантский скребень	Riesenkratzer		Acanthocéphale géant
Гидроидные	Hydrozoen	Hydrozoans	Hydrozoaires
Гидрокораллы	Hydrokorallen	Hydrocorallids	Hydrocoralliaires
Глоточные пиявки	Schlundegel		Pharyngobdellés
Глубоководные морские пауки	Tiefsee-Asselspinnen	Collossendeids	Collossendeidés
Горгонарии	Rindenkorallen		Gorgonaires
Гороховый краб	Muschelwächter	Oyster crab	Crabe de moule
Гребневики	Rippenquallen	Comb jellyfishes	Ctenophores
Грегарины	Gregarinen		Grégarines
Груздевики	Pilzkorallen	Fungus corals	Coraux-champignons
Губки	Schwammtiere	Sponges	Spongiaires
Губоногие многоножки	Hundertfüßer	Centipedes	Chilopodes
Дафнии	Wasserflöhe	Water fleas	Cladocères
Десятиногие ракообразные	Zehnfüßer	Decapods	Décapodes
Дигенетические сосальщики	Digene Saugwürmer		Trématodes digènes
Дизентерийная амеба	Ruhrambo		Amibe dysentérique
Длиннохвостые раки	Eigentliche Langschwanzkrebse		Astacures
Домовые пауки	Hauswinkelspinnen	House spiders	Araignées domestiques
Домовый паук	Hausspinne	— spider	Araignée domestique
Древоточцы	Wasserasseln	Fresh water isopods	Asellidés
Европейский краб	Strandkrabbe	Shore crab	Crabe enragé
Европейский лангуст	Europäische Languste	Spiny lobster	Langouste européenne
Европейский омар	Europäischer Hummer	Lobster	Homard d'Europe
Жаброног	Sommerkiemenfuß		Branchipe commun
Жаброногие ракообразные	Blattfußkrebse	Phyllopods	Phyllopodes
Жгутиковые	Geißeltiere	Flagellates	Flagellés
Жгутиконосцы	—	—	—
Жгутоногие пауки	Skorpionspinnen	Whip scorpions	Pédipalpes
Жгутосуы	Wenigfüßer	Pauropods	Pauropodes
Зеленая бонеллия	Grüne Bonellia	Bonellia	Bonellie verte
Зеленая гидра	— Hydra		Hydre verte
Зоантарии	Krustenanemonen		Zoanthaires
Известковые губки	Kalkschwämme	Calcareous sponges	Calcaires
Иксодовые клещи	Zecken	Ticks	Ixodidés
Исполинские щитни	Riesenskorpione	Eurypterids	Euryptéridés
Каменные крабы	Steinkrabben	Lithodid crabs	Lithodidés
Камптозои	Kelchwürmer	Kamptozoans	Kamptozoaires
Капрелла	Widderkrebs		Caprelle-chèvre
Капрелловые	Gespenschkrebse	Caprellids	Caprellidés
Карибский сухопутный краб	Karibische Landkrabbe	White crab	
Карликовый цепень	Zwergbandwurm		Ténia nain
Карповая вошь	Karpfenlaus	Fish louse	Argule foliacé
Кивсяки	Schnurfüßer i. e. S.	Julids	Julidés
Кивсяки	— i. w. S.	Julides	Julides
Кивсяковые	Doppelfüßer	Millipeds	Diplopodes
Киноринхи	Hakenrüßler	Kinorhynches	Kinorhynches
Китайская двуустка	Chinesischer Leberegel		Clonorchis chinois
Китайский мохнаторукий краб	Wollhandkrabbe		Crabe chinois
Китовые вши	Walläuse	Whale lice	
Китовые морские жолуди	Wal-Seepocken	Coronulids	Cyamidés
Кишечная кровяная двуустка	Darm-Pärchenegel		Coronulidés
Кишечнополостные	Hohltiere	Jellyfishes, anemones and corals	Bilharzie de l'intestin
			Cœlentérés

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Клещи	Milben	Mites	Acariens
Клионовые	Bohrschwämme	Chionids	Clionidés
Клубовидковые	Saftkugler	Glomerids	Gloméridés
Книжный ложноскorpion	Bücherskorpion	House scorpion	Chélifère cancroïde
Коготные черви	Stummelfüßer		Onychophores
Коленчатоногие	Asselspinnen	Pantopods	Pantopodes
Коловратки	Rädertiere	Wheel animalcules	Rotatores
Колпода	Kappentierchen		Colpode
Кольчатые черви	Gliederwürmer	Jointed worms	Annélides
Кольчецы	—	—	—
Кольчатая афродита	Seemaus		Aphrodite hérissée
Кольчеголовые черви	Kratzer	Spiny-headed worms	Acanthocéphales
Кокцидии	Kokzidien		Coccidies
Конская актиния	Purpuseerose		Actinie pourpre
Коралловые полипы	Blumentiere	Anthozoans	Anthozoaires
Корнеговые	Wurzelkrebse		Rhizocéphales
Корненожки	Wurzelfüßer	Rhizopods	Rhizopodes
Короткохвостые раки	Echte Krabben	Crabs	Brachyures
Костянка	Brauner Steinläufer		Mille-pattes commun
Костяновые	Steinläufer		Lithobiomorphes
Кошачья печеночная двуустка	Katzenleberegel		Douve du chat
Крабовые пауки	Krabbspinnen	Crab spiders	Thomisidés
Крабы	Echte Krabben	Crabs	Brachyures
Крабы-пловунцы	Schwimmkrabben	Swimming crabs	Portunidés
Крабы-пловунцы	Echte Schwimmkrabben	True swimming crabs	Portunes
Красотелковые клещи	Laufmilben		Trombidiformes
Красотелки	— i. e. S.	Trombidids	Trombididés
Красный коралл	Rote Edelkoralle	Red precious coral	Corail rouge
Креветки	Knallkrebsschen	Alpheids	Alphéidés
Креветковые	Garnelenartige Langschwanzkrebse	Trues shrimps	Natantidés
Кровяные двуустки	Pärchenegel	Schistosomids	Schistosomidés
Круглые черви	Fadenwürmer	Threadworms	Nématodes
Кругоресничные инфузории	Glockentierchen	Peritrichous cillistes	Péritriches
Кумовые ракообразные	Kumazeen		Cumacés
Лангусты	Langusten	Spiny lobsters	Palinuridés
Ланцетовидная двуустка	Lanzettegel		Dicrocélium fer-de-lance
Лентецы	Bandwürmer	Tapeworms	Cestodes
Ленточные черви	—	—	—
Лечебная пиявка	Medizinischer Blutegel	Leech	Sangue médicale
Ложноконская пиявка	Pferdeegel		— du cheval
Ложноскorpionны	Afterskorpione	False scorpions	Pseudoscorpions
Лошадиная острица	Pferde-Madenwurm		Oxyure chevalin
Лучевики	Radiolarien	Radiolaria	Radiolaires
Лягушечья многоустка	Harnblasen-Saugwurm		Polystomum de vessie
Мадрепоровые кораллы	Steinkorallen	Stony corals	Madrépores
Мадрепоры	Weißer Korallen		—
Майи	Seespinnen	Spider crabs	Araignées de mer
Майи	Dreieckskrabben	—	Majidés
Малоногие	Wenigfüßer	Pauropods	Pauropodes
Малоцетинковые черви	Wenigborster	Earthworms	Oligochaetes
Малый солитер	Zwergbandwurm		Ténia nain
Манящие крабы	Winkerkrabben	Fiddler crabs	Crabes à signaux
Медицинская пиявка	Medizinischer Blutegel	Leech	Sangue médicale
Мезозои	Mitteltiere	Unorganized animals	Mésozoaires
Меростомовые	Hüftmünder	Merostomates	Merostomates
Мечехвосты	Schwertschwänze	Horseshoe crabs	Xiphosures
Мешковые пауки	Trichterspinnen	Funnel-web spiders	Agelénidés
Мизиды	Spaltfüßer		Mysidacés
Мизостомиды	Saugmünder	Myzostomes	Myzostomides
Многокамерные фораминиферы	Vielkammerige		Foraminifères à coquille polythalamé
Многоколенчатые	Asselspinnen	Pantopods	Pantopodes
Многоногие	Tausendfüßer	Thousand-legged worms	Myriapodes
Многоножки	—	—	—
Многосвязки	Bandfüßer		Polydesmides
Многощетинковые черви	Vielborster	Seaworms	Polychaetes
Мокрицевые	Landasseln		Oniscoides
Моногенетические сосальщики	Monogene Saugwürmer		Trématodes monogènes
Морская козочка	Widderkrebs		Caprelle-chèvre
Морские анемоны	Purpurose	Sea anemones	Actinies
Морские жолуди	Seepocken	Barnacles	Balanomorphes
Морские клещи	Meereswassermilben	Halacarids	Halacaridés
Морские кольчецы	Vielborster	Seaworms	Polychaetes
Морские пауки	Asselspinnen	Pantopods	Pantopodes
Морские перья	Seefedern	Sea-pens	Pennatulaires

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Морские планарии	Meeresplanarien		Maricoles
Морские раки отшельники	Meeres-Einsiedlerkrebse	Hermit crabs	Paguridés
Морские уточки	Entenmuscheln		Lepadomorphes
Мочеводная кровяная двуустка	Harnblasen-Pärchenegel		Bilharzie de la vessie
Мухоловковые	Spinnennasseln		Scutigéromorphes
Мышиный карликовый цепень	Zwergbandwurm der Maus	Rat tapeworm	
Наземные пиявки	Landegel	Haemadipsids	Hémadipsidés
Наземные планарии	Landplanarien		Terricoles
Настоящие много- клеточные	Echte Vielzeller	Many-celled animals	Eumétazoaires
Настоящие пауки	Radnetzspinnen	Araneids	Aranéidés
Невооруженный цепень	Rinderbandwurm	Beef tapeworm	Ténia du bœuf
Нематоды	Fadenwürmer	Threadworms	Nématodes
Немертины	Schnurwürmer	Strapworms	Némertines
Неполнохвостые раки	Mittelkrebse		Anomures
Нестрекающие кишечно- полостные	Nessellose Hohltiere		Acnidaire
Низшие ракообразные	Niedere Krebse		Entomostroques
Нитчатые черви	Fadenwürmer	Threadworms	Nématodes
Норвежский омар	Kaiserhummer	Norway lobster	Néphrops
Носовая пятиустка	Nasewurm		Linguatule nasale
Обыкновенная гидра	Braune Hydra		Hydre commune
Обыкновенная креветка	Nordseegarnele	Common shrimp	Cragon commun
Обыкновенная многоножка	Brauner Steinläufer		Mille-pattes commun
Обыкновенная морская уточка	Gemeine Entenmuschel	Barnaclo	Anatife
Обыкновенная острица	Madenwurm		Ver d'intestin
Обыкновенная рыбья пиявка	Gemeiner Fischegel		Sangsup piscicole
Обыкновенный дождевой червь	— Regenwurm	Earthworm	Ver de terre
Обыкновенный мечехвост	Königskraben	King crabs	Limules
Обыкновенный морской жолудь	Gemeine Seepocke	Common barnacle	Balan commun
Обыкновенный речной рак	Europäischer Flußkrebse	Crayfish	Écrevisse commune
Обыкновенный сенокосец	Gemeiner Weberknecht	Harvestman	Faucheur
Обыкновенный сухо- путный краб	Gemeine Landkrabbe	Land crab	Crabe terrestre
Обыкновенный трубчатник	Gemeiner Schlammröhrenwurm	Tubifex	Tubifex
Однокамерные фораминиферы	Einkammerige		Foraminifères à coquille monothalame
Однохвостый приапул	Einschwänziger Priapswurm		Priapule
Олигохеты	Wenigborster	Earthworms	Oligochaetes
Омары	Hummer	Lobsters	Homaridés
Органчиковые	Orgelkorallen	Organ-pipe corals	Tubiporidés
Пальмовый вор	Palmendieb	Robber crab	Crabe des cocotiers
Панцирные жгутиконосоцы	Panzergeißler	Dinoflagellates	Dinoflagellés
Парамеции	Pantoffeltierchen	Slipper animalcules	Paramécies
Парусница	Segelqualle	By-the-wind-sailors	Veille
Пастбищные клещи	Zecken	Ticks	Ixodidés
Паук крестовик	Kreuzspinne	Garden spider	Épéire diadème
Пауки	Echte Spinnen	Spiders	Araniens
Пауки-бокоходы	Krabbenspinnen	Crab spiders	Thomisidés
Пауки-птицееды	Vogelspinnen i. w. S.		Orthognathes
Пауки-скакуны	Springspinnen	Jumping spiders	Salticidés
Пауки-ткачи	Haubennetzspinnen	Orb-web spiders	Thérédidés
Паукообразные	Spinnentiere	Arachnids	Arachnides
Пауроподы	Wenigfüßer	Pauropods	Pauropodes
Первичноротые	Urmundtiere		Protostomes
Пергаментный трубочжил	Pergamentwurm		Chétopère luisant
Пескожил	Sandwurm	Lugworm	Arénicole des pêcheurs
Песочные скакуны	Strandflöhe	Beach fleas	Talitridés
Песочный скакун	Gemeiner Strandfloh		Talitris sauteur
Песчаные крабы	Renn- und Winkerkrabben	Ocypodids	Ocypodidés
Песчаные крабы	Sandkrabben	Ghost crabs	Ocypodes
Печеночная двуустка	Großer Leberegel		Grande douve du foie
Пиявки	Egel	Leeches	Hirudinés
Плоские пиявки	Knorpeegel	Glossiphoniids	Glossiphonidés
Плоские черви	Plattwürmer	Plathelminthes	Plathelminthes
Плоский многосвяз	Abgeplatteter Bandfüßer		Polydesme à lamelles
Погребная мокрица	Kellerassel	Chigger	Cloporte des caves
Полевая краснотелка	Erntemilbe	Seaworms	Lepte automnal
Полихеты	Vielborster	Poritids	Polychaetes
Поритовые	Lochkorallen	Potamids	Poritidés
Пресноводные крабы	Süßwasserkrabben		Potamidés

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Пресноводные планарии	Süßwasserplanarien		Paludicoles
Приапулиды	Priapswürmer		Priapulides
Пробковые полипы	Lederkorallen	Alcyonarian corals	Alcyonaires
Простейшие животные	Einzeller	Protozoans	Protozoaires
Пятиустки	Zungenwürmer	Linguatulida	Linguatulides
Равноногие ракообразные	Asseln	Isopods	Isopodes
Радиолярии	Radiolarien	Radiolaria	Radiolaires
Раки-медведи	Bärenkrebse	Scyllarids	Scyllaridés
Раковинные амебы	Schalamöben		Testacés
Раковинные жаброноги	Muschelschaler		Conchostragues
Ракообразные	Krebstiere	Crustaceans	Crustacés
Ракушковые рачки	Muschelkrebse	Ostracods	Ostracodes
Ремнец	Riemenbandwurm		Ligule des intestins
Ресничные	Wimpertiere	Ciliates	Ciliés
Ресничные черви	Strudelwürmer	Flatworms	Turbellaires
Речные раки	Flußkrebse	Freshwater crabs	Astacidés
Ризостомы	Wurzelmundquallen		Rhizostomes
Ришта	Medinawurm		Filaire de Médine
Роговые кораллы	Rindenkorallen		Gorgonaires
Ротоногие ракообразные	Mundfüßer	Stomatopods	Stomatopodes
Рыбные мокрицы	Fischasseln		Cymothoidés
Рыбьи вши	Fischläuse	Fish lice	Branchiures
Рыбы-пиявки	Fischegel		Ichthyobdellidés
Сафирные рачки	Saphirkrebse		Sapphirines
Сахарский скорпион	Sahara-Skorpion		Androcton d'Afrique du Nord
Сверлящие губки	Bohrschwämme	Clionids	Clionidés
Сверлящие мокрицы	Holzbohrasseln	Gribbles	Limnoriidés
Светлянка	Leuchtender Erdläufer	Luminous centipede	Géophile luisant
Светлячковые	Erdläufer	— centipedes	Géophilomorphes
Свиной солитер	Schweinebandwurm	Swine tapeworm	Ténia du porc
Свободноползающие полихеты	Freilebende Vielborster		Polychaetes errants
Северный цериант	Nordische Zylinderrose		Cérianthe nordique
Сенокосцы	Weberknechte	Harvestmen	Phalangides
Серая гидра	Graue Hydra		Hydre grise
Серое морское перо	— Seefeder		Ptéroide gris
Сидячие полихеты	Festsitzende Vielborster		Polychaetes sédentaires
Синий трубач	Blaues Trompetentierchen		Stentor blen
Сипункулиды	Spritzwürmer		Sipunculides
Сифонофора физалия	Seeblase	Portuguese man-of-war	Physalie
Сифонофоры	Staatsquallen	Siphonophores	Siphonophores
Сколопендреллы	Zwergfüßer	Symphylids	Symphyles
Сколопендры	Riesenläufer		Scolopendromorphes
Скорпионопауки	Geißelskorpione		Uropyges
Скорпионы	Skorpione	Scorpions	Scorpions
Собачий клещ	Holzbock	Tick	Tique
Сольпуги	Walzenspinnen		Solifuges
Соляный рачек	Salzkrebschen		Artémie
Сосальщики	Saugwürmer	Flukes	Trématodes
Сосущие инфузории	Saugtieren		Sucteurs
Сотовидные губки	Wabenkalkschwämme		Hétérocoeles
Спиральная трихина	Trichine	Trichina	Trichine
Спирорбис	Posthörnchenwürmer		Spirorbes
Споровики	Sporentierchen	Sporozoans	Sporozoaires
Стебельчатые усонogie	Entenmuscheln		Lepadomorphes
Стеклянные губки	Glasschwämme		Hexactinellides
Стенная мокрица	Mauerrassel	Sowbug	Cloporte des murs
Стенторы	Trompetentierchen	Stentor	Stentor
Странный спайник	Doppeltier	Diplozoon	Diplozoon paradoxal
Стрекающие кишечнополостные	Nesseltiere		Cnidaires
Стыдливые крабы	Schamkrabben		Calappe
Сухопутные крабы	Landkrabben i. e. S.	Land crabs	Géarcinidés
Сцифоидные	Echte Quallen	Large jellyfishes	Scyphozoaires
Сырный акар	Käsemilbe		Acare du fromage
Тарантуловые	Wolfsspinnen	Wolf spiders	Tarentules Lycosidés
Тарантулы	Taranteln		—
Тихоходки	Bärtierchen	Waterbears	Tardigrades
Толстоногий водный клещ	Dickbeinige Wassermilbe		Unionicole à grosses pattes
Тонкопанцирные	Leptostraken		Leptostragues
Трахейные	Tracheentiere	Tracheates	Trachéates
Трилобитовые	Trilobitenverwandte		Trilobitomorphes
Трилобиты	Dreilapper	Trilobites	Trilobites
Трипанозомы	Trypanosomen	Trypanosomatids	Trypanosomatidés
Трубачи	Trompetentierchen	Stentor	Stentor
Трубочники	Schlammröhrenwürmer	Tubificids	Tubificidés
Туалетные губки	Badeschwämme	Spongids	Spongidés
Турбеллярии	Strudelwürmer	Flatworms	Turbellaires

Russischer Name	Deutscher Name	Englischer Name	Französischer Name
Туфельки	Pantoffeltierchen	Slipper animalcules	Paramécies
Тысяченокжки	Tausendfüßer	Thousand-legged worms	Myriapodes
Усоногие ракообразные	Rankenfüßer	Barnacles	Cirripèdes
Фаланги	Walzenspinnen		Solifuges
Фораминиферы	Lochträger	Foraminifera	Foraminifères
Хелицеровые	Chelicerentiere	Chelicerates	Chélicériens
Хоботковый морской паук	Rüssel-Asselspinne		Pantopode à trompe
Хоботные пиявки	Rüsselegel		Rhynchobdellés
Хризаоры	Kompaßquallen		Chrysaores
Цейлонская пиявка	Ceylonegel		Sangsue de Ceylan
Цериантовые	Zylinderrosen		Cérianthaires
Цестоды	Bandwürmer	Tapeworms	Cestodes
Цианеевые	Haarquallen	Cyaneids	Cyanéidés
Цианеи	Nesselquallen		Cyanées
Циклопиды	Hüpferlinge	Cyclopids	Cyclopidés
Человеческая аскарида	Spulwurm	Roundworm	Ascaride lombricoïde
Человеческий карликовый цепень	Zwergbandwurm des Menschen		Ténia nain de l'homme
Червь-лоа	Wanderfilarie		Filaire loa
Чесоточный зудень	Krätzemilbe des Menschen	Itch mite	Gale de l'homme
Чесоточный клещ	Mehlmilbe		Acare de farine
Членистоногие	Gliederfüßer	Arthropods	Arthropodes
Шаровидка	Rollassel	Pillbug	Armadille vulgaire
Шелковая краснотелка	Sammetmilbe		Trombidion
Шестилучевые коралловые полипы	Sechsstrahlige Korallen		Héxacoraux
Широкопалый речной рак	Europäischer Flußkrebs	Crayfish	Écreuisse commune
Щетинковые пиявки	Borstengel		Acanthobdellés
Щитни	Rückenschaler		Notostragues
Эвриптериды	Riesenskorpione	Eurypterids	Euryptéridés
Эфаузиевые ракообразные	Leuchtkrebse		Euphausiacés
Энхитрея	Topfwurm		Enchytrée
Эхинококк	Hülsenwurm	Dog tapeworm	Ténia échinocoque
Эхиур	Meerquappe		Echiure
Эхиуриды	Igelwürmer	Echiurids	Echiures
Язычковые	Zungenwürmer	Linguatulida	Linguatulides
Японская кровяная двуустка	Japanischer Pärchenegel		Bilharzie d'extrême-Orient

Register

- Aal 66
AAM (Angeborener Auslösemechanismus) 62 64 68 70 74
Abasilaria 530 t
Abgeplatteter Bandfüßer [*Polysdemus complanatus*] 509* 513 557 t
Abhören 69
Abscheidungsorgane 33 f
Abscheidungsstoffe [Exkrete] 32 f
Abscheidungssystem 29
Abschnitte (Segmente) 390 403
Abschnittsbildung [Segmentbildung] 358
Absehen 67
Absonderung [Isolation] 49
Abstammungslehre 19 f 80
Abwehrstoffe 511
Abylidae 528 t
Abylopsis 193* 528 t
– *tetragona* 271* 528 t
Abyssales Benthal 51
– Pelagial 51
Abwägen 70
Abwässer 51
Acantharia [Stachelstrahlige] 523 t
Acantharien 112
Acanthaster planci [Dornenkronen-Seestern] 230
Acanthobdella peledina 384 542 t
Acanthobdellae [Borsteneigel] 542 t
Acanthocephala [Kratzer] 539 t
Acanthocephalus lucii 355* 539 t
Acanthothenidae 546 t
Acanthodrilidae 542 t
Acantholoncha flavosa 94* 523 t
Acanthoptilum 256 532 t
Acari [Milben] 547 t
Acaridae [Vorratsmilben] 430 548 t
Acarina [Milben] 428
Acarus siro [Mehlmilbe] 430 437* 548 t
Acetes australis 214
Acetylcholin 33
Achatschnecke [*Zionella lubrica*] 294
Achsenstab (Axostyl) 102
Achtheres percarum 443* 463 551 t
Achtlinge, eineiige 37
Achtstrahlige Korallen [Octocorallia] 178 221 226 236 254 531 t
Acht-Zellen-Stadium 39*
Acidaspis 402 544 t
Acipenser ruthenus [Sterlet] 208
Acnidaria [Nessellose Hohltiere] 258 532 t
Acoela 533 t
Acontiaridae 530 t
Acorina cerebrum 526 t
Acropora [Baumkorallen] 227 f 531 t
Acroporidae [Baumförmige Korallen] 234 531 t
Acrothoracica [Akrothoraziken] 551 t
Actinaria (Aktinien) 221 223 ff 530 t
Actinia [Purpurose] 222 277* 222 f 530 t
– *equina* [Purpurose] 50 225 530 t
Actinolaemus 538 t
Actinomyxidia 132 524 t
Actinophrydia 522 t
Actinophrys sol 112 305 306* 522 t
Actinosphaerium eichhorni 112 305 306* 522 t
Actinula 177 177* 181* 182 188 188* 208 222
Adamsia palliata [Mantelaktinie] 224 f 530 t
Adenin 41 42*
Adenophorea (= Aphasmidia) 537 t
Adenosintriphosphorsäure [ATP] 32
Adocia cinerea 527 t
– *grossa* 527 t
– *rosea* 527 t
Adrenalin 33
Aega spongiophila 160
– *psora* 470* 556 t
Aegidae 556 t
Aeolidia papillosa 222
Aeolosoma hemprichi 372 542 t
Aeolosomatidae 372 542 t
Aequorea forskalea 207 529 t
Aesthetasken [schlauchartige Sinneszellen] 480
Affen 20 25 f 41 55 68 f 106
Afrikanische Subregion [Unterregion] 54 k
Afrikanischer Strauß 28
After 31 39* 176 260
Afterskorpione [Pseudoscorpiones] 547 t
– [Paarungsritual] 423
Afterstück [Pygidium] 372
Afterzirren 130
Agalma elegans 195 528 t
Agamermis 538 t
Agelenidae [Trichterspinnen] 422 546 t
Aglaantha digitalis 208 529 t
Aglaophenia pluma 207 529 t
Aglaspidia 544 t
Aglaspis 405 544 t
Aglaura hemistoma 181* 184* 529 t
Agnostida 543 t
Agnostus 401 543 t
Agroeca brunnea 410* 546 t
»Aha«-Erebnisse 71
Aiptasia 222 222* 530 t
– *mutabilis* 271* 530 t
Akontien 222
Akrothoraziken [Acrothoracica] 551 t
Aktinien [Actinaria] 221 223 ff 530 t
Aktivitätsbedürfnis 66
Akustischer Auslöser 62
Albertia 333 537 t
Albuminoide 390
Albuneidae 554 t
Älchen (Nematoda) 334
Alciopidae 336 540 t
Alcyonaria [Lederkorallen] 245 247 f 531 t
Alcyonidae 531 t
Alcyonium brioniense 247 531 t
– *digitatum* [Meerhand] 240* 245 271* 531 t
– *palmatum* 45* 240* 245 271* 531 t
Aldrovandi, Ulisses 247
Algen 110 f 115 124 129 144 f 156 ff 164 168 ff 182 186 230
–, symbiontische [Zoochlorellen] 130 219 223 225 229 231
Algenriffe 169
Alles-oder-Nichts-Vorgang 125
Allantonema 538 t
Alloilobophora rosea 379 542 t
– *chlorotica* 379 542 t
Alpheidae [Knallkrebse] 487 553 t
Alpheus 487 553 t
Alt-Eiträger [Archoophora] 533 t
Altern 37
Altersschwäche 155
Alterstod 155
Alterungserscheinungen 41
Altgliederwürmer (Archannelida) 364 370 541 t
Altskorpione [*Palaeophonus*, *Proscorpius*] 406 544 t
Altweibersommer 422
Amandibulata [Mandibellose] 404
Amblypygi [Geißelspinnen] 545 t
Ameisen 34 72 297
Ameisenbären 55
Ameisenspinne [*Myrmarchine formicaria*] 415* 422 546 t
Amerikanische Flußplanarie [*Dugesia dorotocephala*] 288 534 t
– Zylinderrose [*Cerianthopsis americanus*] 236 531 t
Amerikanischer Flußkrebs [*Oronectes limosus*] 490 553 t
– Hummer [*Homarus americanus*] 489 553 t
– Riesen-Leberegel [*Fasciolopsis magna*] 294 534 t
Amiktische Weibchen 331
Aminosäuren 31 83
Ammoniak 153
Ammophila campestris 58
Ammothridae 548 t
Amöben 25 91 96 105 f 109 122
Amöbenruhr 106 109
Amöbozyten 140
Amoeba polyphodia 104* 522 t
– *proteus* 104 104* 305 306* 522 t
Amoebina [Nacktamöben] 104 109 522 t
Amoeboidkeim 133
Ampeliscidae 555 t
Amphepedidae 541 t
Amphicora s. *Fabricia*
Amphictenidae s. *Pectinariidae*
Amphiden [Seitenorgane] 337
Amphidiscophora 160 526 t
Amphidiskiden 164
Amphinomidae 540 t
Amphinomorpha 540 t
Amphipoda [Flohkrebse] 502 555 t
Amphiporus exilis 319* 536 t
Amphithoidae 555 t
Amulette 235
Amylase 153
Anaerobe Atmung 336
Anagenese [Höherentwicklung] 49
Analgesidae 548 t
Anamerie 482
Anamorphä 558 t
Anamorphose 398
Anaspidacea 552 t
Anaspidium 485 552 t
Anaspididae 552 t
Ancyllostoma duodenale [Grubenwurm] 344 539 t
André-Nordpolfexpedition 347
Anodroctonus australis [Sahara-Skorpion] 412 544 t
Androgene Drüsen (Männliche Geschlechtsdrüsen) 478
Anemonenfische 225
Anemonia 223 530 t
– *sulcata* [Wachrose] 225 271* 530 t
Angeborene Begriffe 74
– Bewegungen 67
– Handlungsketten 70
Angeborener Auslösemechanismus [AAM] 62 64 68 70 74
Angeborenes 69
Angelköder 63
Anglerfische [Antennariidae] 63
Angriff 58
Angst 67
Anilocra physodes 496* 556 t
Annelida (Gliederwürmer) 540 t
Anomopoda 549 t
Anomura [Mittelkrebse] 553 t
Anopheles 119
Anopla 535 t
Anoplocephalidae 535 t
Anpassungen 49
Anschmiegsreaktion [Tigmotaxis] 125
Ansteckungsfähigkeit 109
Antarktische Region 55
Antennariidae [Anglerfische] 63
Antennen [Fühler] 363 401 404 445 450 478 480 491 503
Antennendrüsen 472
Antennophoridae 547 t
Anthipatharia [Dörmchenkorallen] 221 234 531 t
Anthipathidae [Schwarze Korallen] 235
Anthomastus grandiflorus 247 531 t
Anthomeduse 174*
Anthozoa [Blumentiere] 177 180 220 530 t

- Anthuridea 556 t
 Antilopen 55
 Antimalariamittel 121
 Antimonpräparate 298
 Antitoxine [Schutzstoffe gegen Gifte] 32
 Aoridae 555 t
 Apfelbeckia 511 557 t
 Aphanomyces astaci 489
 Aphasmodia s. Adenophorea
 Aphelenchoides (Blattlächen) 341 538 t
 Aphrodite aculeata (Seemaus) 364 373* 540 t
 Aphroditidae (Seeraupen) 364 540 t
 Apikalfeld (Scheitelfeld) 329
 Aplysilla rosea 167 527 t
 – sulfurea 527 t
 Aplysina aerophoba s. Verongia aerophoba
 Aplysinidae 166 527 t
 Apolemidae 528 t
 Apopyle 143
 Aporhaddina 527 t
 Aporhais 236
 Appetentes Suchen (Trieblhaft-zweckgerichtetes Suchen) 68
 Apseudes 470* 556 t
 Apseudidae 556 t
 Aquarienfische 98 129
 Aquarium 154 ff 182 185 191 195 213 215 218 f 221 f 224 f 232 236 246 f 254 f 266 268 270 445 484
 Arachnida (Spinnentiere) 544 t
 Araeolaima 537 t
 Araeolaimus 537 t
 Aragonit 169 226 253
 Araneae (Echte Spinnen) 545 t
 Araneidae (Radnetzspinnen i. e. S.) 421 545 t
 Araneus diadematus (Kreuzspinne) 399* 408* 409* 410* 419* 421 545 t
 Aratus pisoni (Mangrovekrabbe) 499 554 t
 Arbeitsteilung 80 96 105 182 192
 Arcella 110 305 306* 522 t
 Archaeovatha (Pleospengien) 139 169 52. t
 Archaeocythus 109* 525 t
 Archaeozyten (Urzellen) 141
 Archiacanthocephala 539 t
 Archiannelida (Altgliederwürmer) 364 370 541 t
 Archoophora [Alt-Eiträger] 533 t
 Arcturidae 556 t
 Arenicola 368* 541 t
 – marina (Sandwurm) 368 541 t
 Arenicolidae 541 t
 Argas reflexus (Taubenzecke) 394* 431 437* 547 t
 Argasidae (Lederzecken) 547
 Argon 194
 Argulidae 551 t
 Argulus foliaceus (Karpfenlaus) 551 t
 – scutiformis 464 551 t
 Aristoteles 82 436
 Arktische Riesenqualle [Cyanea arctica] 216 f 530 t
 Armadillidae 557 t
 Armadillidiidae 557 t
 Armadillidium vulgare (Rollassel) 496* 505 557 t
 Armeekrabben (Mictyridae) 499 554 t
 Armfüßer 81
 Armillifer 391 543 t
 – armillatus 382* 543 t
 Arrhenuridae 548 t
 Artbestand, Erhaltung 44
 Artbildung 49
 Artemia salina (Salzkrebschen) 440 549 t
 Arten 49 52 84
 –, ausgestorbene (fossile) 90
 –, euryhaline 50
 –, euryhyge 50
 –, euryköne 50
 –, eurytherme 50
 –, stenohaline 50
 –, stenohyge 50
 –, stenöke 50
 –, stenophage 51
 –, stenotherm kälteangepaßte 50
 –, stenotherm wärmeangepaßte 50
 –, stenotherme 50
 Artenentstehung 44
 Artenzahl 86
 Arterhaltung 58 f
 Arthrolycosa 406 545 t
 Arthropoda (Gliederfüßer) 397 ff 543 t
 Arthropodin (Gerüsteiweiß) 397
 Arthrotardigrada 543 t
 Articulata (Gliedertiere) 540 t
 Artumbildungen 43
 Asaphus 402 544 t
 Ascaridida 539 t
 Ascaris lumbricoides (Spulwurm) 345 539 t
 Asc-helminthes (Schlauchwürmer) 536 t
 Ascomorpha ecaudis 325* 537 t
 Ascomorphella volvocicola (= Hertwigella volvocicola) 325* 333 537 t
 Ascontyp 139 142 154* 155 158 173*
 Ascothoracida 551 t
 Asellidae (Wasserasseln) 504 557 t
 Asellota 557 t
 Asellus aquaticus (Gemeine Wasserassel) 504 557 t
 – cavaticus (Höhlenassel) 504 557 t
 Äskulapstab 346
 Aspidontus taeniatus (Säbelzahn-Schleimfisch) 64
 Asplanchna 332 537 t
 – priodonta 331* 537 t
 – sieboldi 331 537 t
 Asplanchnidae 537 t
 Asplanchnopus multiceps 325* 537 t
 Asseln (Isopoda) 160 470 472 477 501 503
 Asselspinnen (Pantopoda) 548 t
 Assimilation 29
 Assoziation 67
 Astacidae (Flußkrebse) 489 553 t
 Astacura (Eigentliche Langschwanzkrebse) 553 t
 Astacus astacus (Europäischer Flußkrebs) 453* 489 553 t
 Astaxanthin 471
 Asterozymostomidae 542 t
 Asteroidea (Sonnensterne) 223
 Astomata (Mundlose) 128 524 t
 Astramoeba radiosa 522 t
 Astrangia danae 233 531 t
 Astroides calycularis (Sternkoralle) 233 238* 271* 277* 531 t
 Astromaxonellina 526 t
 Astrophora 526 t
 Atebrin 121
 Atelecyclidae 554 t
 Atemenzyme 28 30 32
 Atemöffnungen 388
 Atemplatten (Scaphognathiten) 455 477
 Atemröhren 505
 Atemschlitze 516
 Athekaten-Anthomedusen (Athekaten-Anthomedusen) 182 187 ff 192 f 196 205 527 t
 Äthiopische Region 54 k 55
 Atlantischer Palao (Eunice fucata) 365 540 t
 Atmung 31
 –, anaerobe 336
 Atmungskanalsystem 196
 Atmungsorgane 388 390
 Atolle 168 168*
 ATP (Adenosintriphosphorsäure) 32
 Atrialraum 164
 Attractionen 62 f
 Attulus saltator 420* 546 t
 Atypidae 545 t
 Aufgeschobene Wahlen 69
 Aufgüsse, Kleinleben 95 97 122 125 127 f 130
 Aufgußtierchen (Ciliata) 122
 Aufschwemmung 123
 Auge 35 40 f 49 118 448 450 479 487 f 497 504
 Augen, zusammengesetzte 450
 Augenbecher (Pigmentbecher) 478
 Augenblase 40
 Augenfleck-Einsiedlerkrebs (Paguristes oculatus) 156
 Augenflecken 209
 Augenhöcker 432
 Augenhügel 427
 Augenkolben 497
 Augenkörner (Lophelia pertusa) 233 233* 531 t
 Augenlosigkeit 423
 Augenpunkte 319
 Augenstiel 478 492
 Augenstielhormone 471
 Aulophorus 377 542 t
 Aurelia (Ohrenquallen) 183* 211 217 530 t
 Aurikel 266
 Ausbreitungsfähigkeit (Vagilität) 51 54
 Ausbreitungsgeschichte 54
 Ausdrucksbewegungen 64
 Ausdrucksbewegungen, unwillkürliche 76
 Ausfuhröffnung (Oscularrohr) 139 142 f 153
 Ausläufer, wurzelförmige (Stolonen) 181 206 208
 Auslese, natürliche (Selektion) 44
 Auslesevorgänge 38 49
 Auslösemechanismen 62 f
 –, angeborene (A.A.M.) 62 64 68 70 74
 Auslösende Riten 64
 Auslöser 23 62
 –, akustische 62
 –, körperliche 64
 –, optische 62
 Aussackungen (Divertikel) 472
 Ausscheidungsorgane 275 446 472
 Außenafter 313
 Außenast (Exopodit) 434 436 450
 Außenhaut, Außenhautzellen 186 f 189 f 192 209
 Außenplasma 87*
 Außenreiz 60
 Außenschicht (Epicuticula) 470
 Außenschmarotzer (Ektoparasiten) 52 292
 Außenskelett (Exoskelett) 470
 Äußeres Keimblatt (Ektoderm) 40
 174* 176 176* 189* 258 ff
 Austern 163
 Austernbänke 267
 Australische Region 54 k 55
 Australopithecinen 25
 Austroastacidae 489 553 t
 Austrognathia 312 535 t
 Autogamie (Selbstbefruchtung) 112 126
 Autotomie (Selbstzerteilung) 378
 Autotrophe Ernährung 26
 Autozoide (Nährpolypen) 245 249
 Avicula hirundo 207
 Aviculariidae (Echte Vogelspinnen) 421 545 t
 Axiidae 553 t
 Axinella cannabina 145* 527 t
 – polypoides 526 t
 – verrucosa 526 t
 Axinellidae 526 t
 Axon (Neurit) 35 f
 Axostyl (Achsenstab) 102
 Babesia bigemina 137 525 t
 – canis 137 525 t
 Babesidae 136 f 525 t
 Babirusa (Hirschieber) 55
 Bäche 51
 Bachflohkrebs (Rivulogammarus pulex) 502 555 t
 Bachflohkrebs 131 156
 Bachforelle 50
 Bachstrudelwürmer 41
 Badermatitis 299
 Badeschwämme (Spongidae) 138 144 157 f 162 f 165 165* 166 527 t
 Badiaga-Droge 157 164
 Bairdiidae 550 t
 Bakterien 26 53 91 95 97 101 f 104 ff 144
 Balanidae 551 t
 Balanomorpha (Seepocken) 551 t
 Balanophyllia (Warzenkorallen) 232 232*
 – elegans 232 531 t
 – regia (Sternkoralle) 228 232 f 531 t
 Balantidium coli 130 130* 524 t
 Balantidium-Ruhr 130
 Balanus 459* 551 t
 – balanoides (Gemeine Seepocke) 467 467* 551 t
 – balanus 467 551 t
 – perforatus (Kerb-Seepocke) 467 551 t
 Baldachinspinnen (Linyphiidae) 418 545 t
 Balz 62
 Balzbewegung 59
 Balzgesten, Winkerkrabben 497
 Balzinstinkte 39
 Balzstellungen 59
 Balzstimmung 67
 Balzverhalten 60 65 481
 Bandfüßer (Polydesmida) 557 t
 Bandgildewurm (Ikeda taenioides) 359 540 t
 Bandwürmer (Cestoda) 31 38 52 f 129 535 t
 Bandwurmglieder (Proglottiden) 300
 Bandwurmmittel 157
 Barbulanympha 102 522 t

- Bären 55
 Bärenkrebse [Scyllaridae] 488
 553 t
 Barnes, J. H. 214
 Barriereriffe 168
 Barsch 156
 Bartenwale 44
 Bärtierchen [Tardigrada] 387
 390 f 543 t
 Bartmeisen 51
 Bartvögel 55
 Basalkorn [Grundkorn] 141
 Basalkörper 99
 Baseodiscus 535 t
 Bastarde, intermediäre 43*
 Bastardmakrele [*Trachurus*
trachurus] 219
Bathynella 435 552 t
Bathynellacea 552 t
 Bauchhaarlinge [Gastrotricha]
 536 t
 Bauchhaut 40
 Bauchmark 37 362
 Bauchmarktiere 81
 Bauchseite [Ventralseite] 274
 Bauchspeicheldrüse 33
 Bauchwimperlinge [Hypotricta]
 130 524 t
 Bauchzirren 130
 Baumfaserschwämme (Dendro-
 cerata) 139 166 527 t
 Baumförmige Korallen (Acro-
 poridae) 234 531 t
 Baumhöhlen 52
 Baumkorallen (*Acropora*) 227 f
 531 t
 Baumpfeper 69
 Baupläne 29 43 49 81 85 f
Bdelocephala punctata 281*
 534 t
Bdelloidea (Egelartige Rädertiere)
 536 t
Bdelomorpha (Egelschnur-
 würmer) 536 t
Bdeloura 287 533 t
 Beach, F. A. 79
 »Beagle«, Forschungsschiff 80
 Becheraugen 366
 Becherkeim-Stadium [Gastreae]
 80
 Becherlarve (Gastrula) 140 142 154
 Becherqualle 212 f
 Bedingter Reflex 67
 Beebe, William 497 f
 Befruchtung 38 f 43 f 126 131 f 176
 196
 Begattung, Höhere Krebse 481
 –, Milben 429
 –, Spinnen 419
 Begattungsfüße 511
 Begattungsglied [Penis] 275
 Begriff, erworbener unbenannter
 75
 Begriffe 73
 –, angeborene 74
 –, selbsterworbene 74
 –, unbenannte 78
 Beinanhänge [Epipodite] 477
 Beine 40 f 57 441
 Beinpaare, Anhänge 441
 Beklemischew 282
Belinurus 405 544 t
 Belohnung 70
 Benthäl 51
 –, abyssales 51
 Benthoeuphasiidae 552 t
 Bergmannsche Regel 50
 Bernhard-Einsiedlerkrebs 223
 Bernsteinschnecken 299
Beroe cucumis [Gurkenqualle]
 270 533 t
 – *ovata* [Melonenqualle i. e. S.]
 265 270 271* 533 t
Beroidea [Melonenqualle] 269 f
 533 t
 Berührungsgift 121
 Berührungseize 34 221 401
 Beschälseuche der Pferde 100
 Bestäuben 53
 Beulen [Frusteln] 180
 Beulenbildung [Frustelbildung]
 180
 Beulenkrankheit der Barbe 133
 Beuteattractanten 63
 Beuteanghandlungen 66
 Beutelstrahler [Cystoidea] 169 f
 Beuteltiere 55
 Beutetiere 52
 Bewaffneter Bandwurm (*Taenia*
solum) 303
 Bewegliche Peritrichen [Mobilia]
 129 524 t
 Beweglichkeit 57
 Bewegungen, angeborene 67
 Bewegungsdrang 66
 Bewegungsempfindungen 75
 Bewegungsorgane 26 57
 Bewegungssinneszellen 34
 Bewimperung 129 f
Beyrichia 435 550 t
Beyrichiella 550 t
Biacetabulum sieboldii 311 535 t
 Biber 55
 Biboreale Verbreitungsweise 56
 Biene 34 f 38 109 134 f
 Bienen, darmkranke 134
 Bienendarm 134
 Bienensprache 74
 Bienenstock 32
 Bilateralität [Zweiseitentiere] 209
 260 273 533 t
 Bilateralitäre (Bilateralität) 273
 Bildsehen 35 281
 Bilharz, Theodor 298
 Bilharziose 298
 Binäre Nomenklatur 83
 Bindegewebe 29 41
 Bindegewebsfasern [Kollagen-
 fasern] 141
 Binnengewässer 51
 Biochen [Großbiotope] 51
 Biochenosen (Lebensgemein-
 schaften) 52 156 167 f 171 223
 248
 Biogenetische Grundregel 80
 Biologische Oxydation 30 f
 Biotope (Lebensstätten) 50 ff
Bipalium kewense [Gewächshaus-
 planarie] 288 534 t
Birgus [Land-Einsiedlerkrebs]
 491
 – *latro* [Palmendieb] 491 493*
 554 t
 Birkenzeisig 55
 Birnenförmige Organe 282
 Birula 424
Bithynia leachii 297
 Blase [Harnblase] 29
 Blasenaugen 35 366
 Blasenbilharziose 298
 Blasenwurm (*Echinococcus*
granulosus) 307
 Blastodermzellen 154*
 Blastoporus [Urmund] 273
 Blastoporusregion [Urmundfeld]
 273
 Blastostyle [Geschlechtspolyp] 182
 192
 Blastozoiden 182 186*
 Blastula (Hohlblase) 39* 154 154*
 176
 Blattälchen [*Aphelenchoides*] 341
 538 t
 Blattbeine, Blattfüße 411 440 448
 Blattfarbstoff, grüner (Chloro-
 phyll) 91
 Blattfußkrebse [Phyllopoda] 549 t
 Blatthornkäfer 102
 Blattläuse 38
 Blaue Nesselqualle (*Cyanea*
lamarckii) 183* 217 530 t
 Blaues Trompetentierchen
 (*Stentor coeruleus*) 130 305
 306* 524 t
 Blaukorallen [Helioporidae] 245
 253 532 t
 Blaukrabben [*Callinectes*] 492
 554 t
 Blaumeisen 67
 Blausäure 511
 Blinddärme 53 118 131
 Blinde Flohkrebse 502
 – Spinnen 428
 Blindkanäle 192
 Blindsäcke 401
 Blindschleiche 50
 Blink-Code 63
 Blumenkohlqualle [*Rhizostoma*
octopus] 198* 219 530 t
 Blumentiere (Anthozoa) 177 180
 220 530 t
 Blut 32 53 91 99 f 104 106 119 f
 Blutbahn 31 f
 Blüten 53
 Blütenlippe 64
 Blutfarbstoff 30 32 477
 Blutflüssigkeit (Hämolymphe) 65
 470 477
 Blutgefäße 106
 Blutharn 137
 Blutkörperchen 30
 –, rote 28 32 106 109 114* 119 ff
 136 f
 –, weiße 136
 Blutsauger 344 392 396
 – (*Haemopsis sanguisuga*) 385
 Blutschmarotzer 335
 Blutuntersuchung 121
 Blutzellen 29 121 136 446 477
 Boden, Fruchtbarkeit 380
 Bodenbakterien 380
 Bodenbildung 380
 Bodendurchlüftung 380
 Bodenfadenwürmer 347
 Bodenfeuchtigkeit 50
 Bodengare 332
 Bödenkorallen [Tabulata] 169 177
 221 531 t
 Bodentiere des Meeres 56
 Bodotriidae 556 t
 Bohnenlaus 119
 Bohrgänge (Bohrschwamm) 163*
 Bohrschwämme (Clionidae) 159
 162 f 526 t
 Bohrspuren 435
 Bohrstachel 294
Bolina hydatina [Lappenqualle]
 266 f 532 t
Bolinopsis infundibulum 267
 532 t
 – *vitrea* 263* 532 t
Bolivina alata 93* 522 t
 Boloceroidea 530 t
Bonellia 351* 540 t
Bonellia viridis [Grüne Bonellia]
 302* 359 540 t
Boops salpa [Goldstrieme] 219
 Bopyridae 557 t
 Borstenegel [Acanthobdellae]
 542 t
 Borstenigel 55
 Borstenwürmer 35 37
Bosmina coregoni 448 549 t
 – *longirostris* 444* 448 549 t
 Bosminidae [Rüsselkrebse] 549 t
 Bougainvilliidae 528 t
 Brachionidae 536 t
Brachionus 332 536 t
 – *calyciflorus* 305/306* 331 536 t
 – *quadridentatus* 326* 536 t
 – *rubens* 328* 537 t
Brachydesmus superus 496* 557 t
 Brachylaemidae 534 t
 Brachyrhyncha 554 t
 Brachyura [Echte Krabben] 491
 554 t
 Brackwässer 51
Branchiobdella 378 542 t
 Branchiobdellidae (Kiemenegel)
 378 542 t
 Branchioceranthidae 527 t
Branchioceranthus imperator 188
 527 t
Branchipus stagnalis (Sommer-
 kiemenfuß) 440 451* 549 t
 Branchiura [Fischläuse] 551 t
Branchiura sowerbyi 377 542 t
 Brandente 59
 Braune Hydra [*Hydra vulgaris*]
 187 528 t
 Brauner Steinläufer [*Lithobius*
forcicatus] 510* 515 558 t
 Brechweinstein 298
 Brehm, Alfred Edmund 21 23
 Brehms Tierleben 19
 Breitenasaffen 55
 Bremsen 100
 Brennschwamm 157
 Brettanker (Trogulus) 428 547 t
 Bristowe 420
 Bruckstenschwamm [*Halichon-*
dria panicea] 166 527 t
 Brunnenkrebse [*Niphargus*] 502
 555 t
 Brunnenschnecke 294
 Brunnenswürmer (Haplotaenidae)
 378 542 t
 Brutbeutel [Marsupium] 385 501
 Bruthöhlen 74
 Brutkapseln 307
 Brutpflege, Brutfürsorge 58 65 156
 208 211 218 221 f 501
 Brutpflege-Instinkt 39
 Brutplatten [Oostegiten] 501
 Brutplätze 52
 Brutraum 269 441 446
 Brutraumhaute [Ephippium] 446
 Brutrevier 73
 Brutsack 447
 Brutschlauch 293
 Brutschmarotzer 69 f
 Bücherskorpion [*Chelifer can-*
croides] 416* 423 547 t
 Buchfinken 63 69
 Buchkiemen 411
 Buchlungen 411
 Büffel 294
Bulimina inflata 93* 522 t
Bulinus 299
 Bulla [Hartgebilde] 463
Bunodactis verrucosa [Edelstein-
 rose] 201* 203* 225 271* 530 t

- Bunodopsis* 225 530 t
 Buntbarsche 66
 Buntspecht 74
 Bursa 338
Bursaria truncatella 108* 524 t
 Büschelzellen (Lophozyten) 141
 Busentierchen (Colpidium col-
 poda) 128 305 306* 523 t
 Butridae 544 t
Buthus 407* 544 t
 Butterkrebs 483
 Buttersäure 74
Bythotrephes longimanus
- Caissonkrankheit (Druckluft-
 krankheit) 166
 Calanoida (= Gymnoplea) 55 t
 Calanoiden (Gymnoplea) 457
Calanus finmarchicus 457 550 t
Calappa (Schamkrabben) 492 554 t
Calcarea (Kalkschwämme) 139
 142 f 153 f 158 f 169 ff 173*
 525 t
Calceola 177 530 t
 Caligoida 550 t
Caligus lacustris 462 550 t
 — *rapax* 462 550 t
Calliactis parasitica (Einsiedler-
 seerose) 202* 223 f 530 t
Callianira bialata 266 271*
 532 t
Callinectes (Blaukrabben) 492
 554 t
 Calliopiidae 555 t
Calocalanus pavo 443* 550 t
Calocyclus monumentum 94*
 523 t
Calonympha grassii 88* 102
 522 t
 Calonymphidae 522 t
 Calvin 257
 Cambrensis, Giraldus 466
 Cameron 280
Campanopsis gegenbauri s. Oc-
 torchis gegenbauri
 Campanularidae 529 t
Campanulina 207 207* 529 t
 Campanulinidae 207 529 t
Cancer pagurus (Taschenkrebs)
 473* 492 554 t
 Cancridae 554 t
Candona candida 449* 550 t
 Canthocampidae 550 t
Canthocampus 550 t
Capillaris 538 t
 Capitellidae 541 t
 Capitulum (Köpfchen) 466
 Caponiidae 545 t
Caprella linearis (Widderkrebs)
 503 503* 555 t
 Caprellidae (Gespenstkrebs) 503
 555 t
 Capybaren 100
 Carabos 44
 Carapax (Rückenpanzer, Schale)
 401 441
Carchesium 108* 129 524 t
Carcinoscorpinus (Pfeilschwanz-
 krebs) 411
Carcinus maenas (Strandkrabbe)
 492 554 t
Cardisoma guanhumi (Karibische
 Landkrabbe) 500 555 t
 Carinina 535 t
 Carinoma 535 t
 Carus, Viktor 383
Caryophylla (Nelkenkorallen)
 231 f 530 t
 — *clavus* 271* 232 530 t
 — *smithii* 232 531 t
- Caryophyllaeus laticeps* (Nelken-
 wurm) 310 535 t
Cassiopeia xamachana 198* 219
 530 t
Catenula lemnae 286 533 t
 Catenulida 533 t
 Caudal 274
 Centrolehidia 523 t
Centropxyis aculeata 110 522 t
 Centrosom (Zentralkörperchen)
 27* 28
Cepedea 103 522 t
 Cephalobaenida 543 t
Cephalobaena tetrapoda 391* 392
 543 t
Cephalobus 538 t
 Cephalocarida 549 t
Cephalodella 333 537 t
 — *forficula* 305/306* 537 t
 — *gibba* 333 537 t
 Cephalon (Kopfschild) 401
 Cephalothorax (Kopfbreustab-
 schnitt) 469
Cephalothrix 535 t
 Ceramonema 538 t
Ceratargus armatus 382* 344 t
 Ceratidae 521 t
 Ceratiocarina 552 t
 Ceratiocaris 435 552 t
Ceratum hirundinella 88* 521 t
Ceratocoris horrida 88* 521 t
 Cercarien (Schwanzlarven) 53 293
 Cerebralgorgane (Gehirnorgane)
 321
Cerebratulus marginatus 302*
 535 t
Cereus pedunculatus (Sonnen-
 rose) 202* 226 530 t
 Ceriantharia (Zylinderrosen) 221
 235 531 t
Cerianthopsis americanus (Ame-
 rikanische Zylinderrose) 236
 531 t
Cerianthus lloydii (Nordische
 Zylinderrose) 236 531 t
 — *membranaceus* (Mittelmeer-
 Zylinderrose) 203* 235 f 271*
 531 t
 — *fuscus* 236 531 t
 — *violaceus* 236 531 t
 Cestidea (Venusgürtel) 265 ff
 532 t
 Cestoda (Bandwürmer) 535 t
Cestus veneris (Venushügel) 267
 271* 532 t
 Ceylonegel (*Haemadipsa zeyla-
 nica*) 386 543 t
Chaca chaca (Großmundwels) 63
 Chaetidae 544 t
Chaetogaster 372 542 t
 — *limnaei* 372 542 t
 Chaetognatha (Pfeilwürmer) 85
 Chaetonoidea 536 t
Chaetonotus maximus 305/306*
 536 t
 Chaetopteridae 541 t
Chaetopterus variopedatus
 (Pergamentwurm) 368 368* 541 t
 Chagaskrankheit 99
 Chalinidae 527 t
Charybdea marsupialis 213 529 t
 Chela 470
 Chelicere (Zängelchen) 403
 Chelicerensegment (Scheren-
 segment) 403
 Chelicerentiere (Chelicerata) 81
 544 t
Chelifer cancroides (Bücher-
 skorpion) 416* 423 547 t
 Cheliferinea 547 t
- Chelonethi (Afterskorpione) 423
Chelonibia testudinaria (Schild-
 kröten-Seepocke) 467 551 t
Chelophyes appendiculata 195
 271* 528 t
 Cheluridae 555 t
 Chemische Energie 32
 — Reize 34 90 124 259
 Chemosynthese 91
Cherax 452 453* 553 t
 Cheyletidae 548 t
Cheyletus eruditus 430* 548 t
 Chilognatha 557 t
Chilomonas paramaecium 97
 521 t
 Chilopoda (Hundertfüßer) 558 t
 Chinesischer Leberegel (*Glonor-
 chis sinensis*) 297 534 t
 Chinin 119 121 129
 Chinone 511
 Chiontiere 511
Chirocephalus 440* 549 t
 — *grubei* (Frühjahrskiemenfuß)
 440 549 t
Chironex fleckeri 183* 214 529 t
 Chirosalpomon quadrigatus (See-
 wespe) 213 529 t
 Chitin 387 391 397 478 483
 Chlamydomonadidae 521 t
Chlamydomonas nivalis 98 521 t
 Chlorella 157
Chlorohydra viridissima (Grüne
 Hydra) 185 187 528 t
 Chlorophyll (Grüner Blattfarb-
 stoff) 27 91
 Chlorophyllkörner (Chloro-
 plasten) 26
 Chloroplasten (Chlorophyll-
 körner) 26
 Choanoflagellaten 98
Choanoluminus 538 t
Choanophrya infundibulifera 132
 132* 524 t
 Choanozyten (Kragengeißel-
 zellen) 141 142 142* 143 f 154
Chondrosia reniformis (Nieren-
 schwamm) 162 526 t
 Chondrostidae 162 526 t
 Chonotricha (Trichterwimper-
 linge) 131 524 t
 Chordata (Rückgrattiere) 85
 Chordatiere (Chordata) 85
 Chordaemidae (= Flabelligeridae)
 541 t
Chromadora 538 t
 Chromadorida 538 t
 Chromatin (Kernschleifenmasse)
 126
 Chromatophoren (Farbstoff-
 zellen) 471
Chromogaster 537 t
 Chromosomen 28 38 38* 39 42 f
 —, Längsspaltung 28
 Chromosomensatz 28
 —, doppelter (diploider) 38 42
 —, halbiertes (haploider) 38
Chromulina rosanoffii 96 521 t
 Chromulinidae 521 t
Chrysosora (Kompaßquallen) 183*
 215 529 t
 — *hyoscella* (Kompaßqualle) 183*
 215 529 t
Chrysarachnion 89 521 t
 Chrysomonadina (Goldmonaden)
 96 98 521 t
Chthamalus stellatus (Stern-
 Seepocke) 466 551 t
 Chun 195 270
 Chtamalidae 551 t
 Chthoniinea 547 t
- Chydoridae 549 t
Chydorus sphaericus 444* 448
 549 t
 Chylusgefäße 31
 Ciliata (Wimpertiere) 80 87 90 f
 109 122 f 125 ff 129 131 f 156
 Ciliaten-Theorie 80
 Cioacalyptidae 527 t
 Cirolanidae 556 t
 Cirratulidae 541 t
Cirripathes rumphii 235 531 t
 Cirripedia (Rankenfüßer) 551 t
 Cirrus 275
 Cladocera (Wasserflöhe) 549 t
 Cladocopa 550 t
Cladocora cespitosa (Rasen-
 koralle) 233 238* 531 t
Cladonema radiatum 188 188*
 527 t
 Cladonemidae 527 t
Clathria coralloides 526 t
 Clathriidae 526 t
Clathrina 154*
Clathrocanium reginae 94* 523 t
 Clavidae 528 t
Clavularia 247 531 t
 Cleptocniden 281
Cliona celata 163 526 t
 — *lobata* 526 t
 — *viridis* 526 t
 Clonidae (Bohrschwämme) 159
 162 f 526 t
 Clitellata (Gürtelwürmer) 542 t
 Clitellum (Gürtel) 371
Glonorchis sinensis (Chinesischer
 Leberegel) 297 534 t
 Clubioniformia 546 t
 Clymenidae s. Maldanidae
 Cnidaria (Nesseltiere) 133 167 169
 176 177 ff 527 t
 Cniden (Nesselkapseln, Nemato-
 zysten) 179 186 189 f 195 211
 217 223 235 245 259
 Cnidoblasten 179
 Cnidocil 174* 179
 Cnidosporida 134 521 t
 Cobb, N. A. 334
 Coccidia (Kokzidien) 115 118 132
 523 t
 Coccilithen 96 f
 Coccilithophoridae 96 521 t
 Coelenterata (Hohltiere) 169 176 ff
 176* 527 t
 — (Baupläne) 174*
 Coeloblastula 154
 Coelom (Sekundäre Leibeshöhle)
 273 358 f
Coeloplana 259* 269 271* 277*
 532 t
 — gonoceta 271* 532 t
 Coenenchym (Mittelgallerte) 247
 Coenestum 178
Coenobita (Land-Einsiedlerkrebs)
 490 f 554 t
 Coenosark 234
 Coenurus 303
 — (Quese) 308
Coleps hirtus 128 305 306* 523 t
 Collenzysten (Leimzellen) 140* 141
 159
 Colloblasten (Klebe- oder Greif-
 zellen) 259
 Collosendeidae (Tiefsee-
 Asselspinnen) 433 548 t
Collosendeis proboscidea (Rüssel-
 Asselspinne) 433 437* 548 t
Collotheca campanulata 325*
 537 t
 — *gracilipes* 305/306* 537 t
 — *hoodii* 325* 537 t

- Collotheca ornata* 326* 537 t
 -- *cornuta* 333 537 t
 Collothecacea 537 t
 Collothecidae 537 t
 Collum (Hals) 300
 Colpidium colpoda (Busen-
 tierchen) 128 305 306* 523 t
 Colpoda cucullus (Kappen-
 tierchen) 128 523 t
 Comesoma 538 t
 Conchostraca (Muschelschaler)
 549 t
 Coninck, L. de 349
 Conochilidae 537 t
 Conochilus 333 537 t
 -- *unicornis* 326* 537 t
 Convoluta rosoffensis 286 533 t
 Copepoda (Ruderfußkrebse) 550 t
 Copepodid 456 458 462
 Coracium (Hakenlarve) 310
 Coralligène 250
 Corallium (Edelkorallen) 249 ff
 532 t
 -- *abyssorum* 251 532 t
 -- *rubrum* (Rote Edelkoralle) 242*
 243* 249 532 t
 Corbulae 207
 Cordylophora caspia (Keulen-
 polyp) 189 528 t
 Cormidium (Personengruppe)
 193 ff
 Cornacspongida (Netzfaser-
 schwämme) 139 144 145* 154
 163 165 526 t
 Cornularia cornucopeia 247 271*
 531 t
 Cornulariidae 531 t
 Coronata (Tiefseequallen) 212
 214 529 t
 Coronulidae (Wal-Seepocken) 467
 551 t
 Corophiidae 555 t
 Corophium volutator (Wattkrebse)
 502 555 t
 Corycella armata 116* 523 t
 Corymorpha nutans (= *Steen-
 strupia nutans*) 184* 188 527 t
 Corynactis viridis 271* 530 t
 Coryne sarsi 188 527 t
 Corynexochida 544 t
 Corynidae 188 527 t
 Corystidae 554 t
 Costia necatrix 98 521 t
 Costia-Seuche 98
 Cotylorhiza tuberculata 197* 219
 530 t
 Crane, Jocelyn 498
 Crangon crangon (Nordsee-
 garnele) 487 553 t
 Crangonidae 487 553 t
 Crangonoida 553 t
 Cranial 274
 Craspedacusta sowerby 190 528 t
 Craspedomonadidae (Kragengeiß-
 ler) 98 140 522 t
 Crella rosea 526 t
 Crellidae 526 t
 Crenobia alpina 281* 287 534 t
 -- *meridionalis* 287 534 t
 -- *septentrionalis* 287 534 t
 Cribellata 546 t
 Cribellate Spinnen 418
 Crick, Francis Harry 42
 Criodrilidae 379 542 t
 Criodrilus lacuum 379 542 t
 Crithriaform 99 99*
 Crustacea (Krebstiere) 549 t
 Cryptocellus 423 547 t
 Cryptocellus simonis 423* 547 t
 Cryptocercus punctulatus 102
 Cryptomedusoid 174*
 Cryptomonaden 98
 Cryptomonadina 97 521 t
 Ctenophora (Rippenquallen) 176
 259 f 265 ff 532 t
 Ctenoplana 269 532 t
 Ctenopoda (Kammfüßer) 549 t
 Cubomedusae (Würfelquallen)
 212 213 529 t
 Cumacea (Kumazeen) 556 t
 Cunaxidae 548 t
 Cunina octonaria 208 529 t
 Cupidella undulata s. *Laodicea
 undulata*
 Cuticula (Oberhäutchen) 181 329
 397
 Cuticular-Anhänge 391
 Cuvier, Georges 82 361
 Cyamidae (Walläuse) 503 555 t
 Cyanea (Nesselquallen) 530 t
 -- *arctica* (Arktische Riesenqualle)
 216 f 530 t
 -- *capitata* (Gelbe Haarqualle)
 211 530 t
 -- *lamarkii* (Blaue Nesselqualle)
 183* 217 530 t
 Cyaneidae (Haarquallen) 216 f
 530 t
 Cyathophyllum (= *Hexagonaria*)
 177 530 t
 Cyclophyllidae 535 t
 Cyclopidae (Hüpfertinge) 550 t
 Cyclopoida 550 t
 Cyclops 305/306* 443* 458 550 t
 Cydippen (Cydippidae) 265 f 532 t
 Cydippenlarve 266 ff
 Cydippidae (Cydippen) 265 f 532 t
 Cylindroiulus londinensis (= *C.
 teutonicus*) 509* 513 557 t
 Cylindrolaimus 537 t
 Cyllicidae 557 t
 Cymbasoma rigidum s. *Haemo-
 cera danae*
 Cymothoidae 556 t
 Cyphophthalmi 547 t
 Cyprididae 455 550 t
 Cyprilepas 435 551 t
 Cypris 459* 465 550 t
 Cyprislarve 465 467 f
 Cyprisuppe 465
 Cyrtophormia spiralis 94* 523 t
 Cysticeroid 303
 Cysticerus (Finnenblase) 303
 Cystoidea (Beutelstrahler) 169 f
 Cystomyzostomidae 542 t
 Cytoditidae 548 t
 Cytosin 41 42*
 Dactylometra quinquecirra (See-
 nessel) 218 530 t
 Dactylozoide (Wehrpolypen) 182
 189 189* 190
 Dahl, Fr. 456
 Dajidae 557 t
 Dalmanophyllum 169* 530 t
 Dalmatiner Schwamm (Spongia
 officialis) 148* 165 527*
 Dalyellia viridis 291 534 t
 Dalyelloida 534 t
 Dämmerungstiere 50
 Damon medius 416 545 t
 -- *johnstoni* 416* 545 t
 Daphnia cucullata 448 549 t
 -- *longispina* 448 549 t
 -- *magna* 447 549 t
 -- *pulex* 444* 446* 451* 447 549 t
 Daphnien (Cladocera) 445
 Daphniidae 549 t
 Darm 26 31 34 53 102 f 106 117
 131
 Darmatmung 377
 Darmbakterien 102 385
 Darmbilharziose 299
 Darmblatt (Entoderm) 273
 Darmhöhle 106
 Darminfusorien (Entodiniomor-
 pha) 131
 Darmlöse Tiere 31
 Darmlumenform (Minutaform)
 106
 Darmmuskulatur 31
 Darm-Pärchenegel (Schistosoma
 mansoni) 283* 299 534 t
 Darmsäcke 287
 Darmschleimhaut 29
 Darmschmarotzer (Mensch) 130
 Darmseuche 109
 Darmwand 31 106
 Darmwandzellen 31
 Darwin, Charles 19 f 43 80 82 168
 229 358 379 383
 Darwinellidae 527 t
 Darwinulidae 550 t
 Dasydytidae 536 t
 Dauereier 291 330 f 449
 Dauerformen, Dauerstadien 101 f
 118 ff
 Dauerknospen (Gemmulae) 155
 155* 156 162 ff
 Dauerstadium 347
 Davaniidae 535 t
 Decapoda (Zehnfüßer) 438* 552 t
 Deckelschnecken 299
 Deckennetze 417
 Deckennetzspinnen (Linyphiidae)
 418
 Deinopidae 546 t
 Demospongiae (Gemeinschwäm-
 me) 139 159 161 526 t
 Dendrilla rosea 166* 527 t
 Dendriten 35 f
 Dendroceratida (Baumfaser-
 schwämme) 139 166 527 t
 Dendrocoelum lacteum 281*
 534 t
 Dendrocometes paradoxus 132
 524 t
 Dendrogasteridae 551 t
 Dendronephthya 241* 243* 531 t
 Dendrophyllia ramea (Gelbe Ko-
 ralle) 233 531 t
 Denken, sensorisches 68
 --, sprachloses 68
 --, unbekannte 67 70 72 f 75
 Denkvorgänge 25
 Dermacentor marginatus 137
 Dermallager (Hautlager) 139 142
 154 159 173*
 Dermoglyphidae 548 t
 Dero 377 542 t
 Derodactylus 551 t
 Desmodora 538 t
 Desmodorida 538 t
 Desmolaimus 538 t
 Desmoscolecida 538 t
 Desmoscolex 538 t
 Desorsche Larve 323
 Desoxyribonucleinsäure (DNS)
 27 f 41
 Determination 260 265
 Determinierte Entwicklung 334
 Deuterostomia (Neumundtiere,
 Neumünder) 81 273
 Deutomerit 116 116*
- Dialektsänger 69
 Diantennata (Zweiantennentiere)
 549 t
 Diaphanosoma brachyurum 447
 549 t
 Diaptomus 443* 457 550 t
 Diastylidae 556 t
 Diastylis rathkei 503 556 t
 Dibothriocephalus latus (Fisch-
 bandwurm) 278* 289* 309 309*
 535 t
 Dicerans 171
 Dickbeinige Wassermilbe (Unio-
 nicola crassipes) 430 437* 548 t
 Dickdarm 106 131
 Diceranophoridae 537 t
 Diceranophorus 333 537 t
 -- *forcipatus* 326* 333 537 t
 Dicrocoeliidae 534 t
 Dicrocoelium dendriticum (Lan-
 zettegel) 284* 294 534 t
 Dictyna arundinacea 418 546 t
 Dictyocaulus viviparus (Lungen-
 wurm) 335 539 t
 Dictyosome 28
 Dicyema 138 139* 525 t
 Dicyemida 138 525 t
 Didinium nasutum (Nasentier-
 chen) 123 305 306* 523 t
 Diffugia pyriformis 110 522 t
 Diffusion 31
 Digene Saugwürmer (Digenea)
 291 293 534 t
 Digononta 536 t
 Dikonophora 556 t
 Dilaimus denticulatus 337 538 t
 Dileptes anser (Gänsetierchen)
 128 523 t
 Dinobryon sertularia 96 305 306*
 521 t
 Dinoflagellata (Panzergeißler)
 97 f 115 521 t
 Dinophilidae 541 t
 Dioctophymatoidea 538 t
 Dioctophyme 538 t
 Dipetalonema streptocerca 348
 539 t
 Diphyidae 192 195 f 528 t
 Diphyllidae 535 t
 Diplodinium denticulatum 113*
 524 t
 Diplogaster 538 t
 Diploider (doppelter) Chromo-
 somensatz 38 42
 -- Kernschleifensatz 126
 Diplomonadina 101 522 t
 Diplopoda (Doppelfüßer) 557 t
 Diplozia (Neptungsgehirn) 228 234
 531 t
 Diplozoon paradoxum (Doppel-
 tier) 292 292* 534 t
 Dipluridae 545 t
 Diplydium caninum (Gurken-
 kern-Bandwurm) 308 535 t
 Discocoelis tigrina 286* 533 t
 Disjunktionen 54
 Disomidae 541 t
 Dissepimente (Tabula) 226
 Dissogone 260
 Ditylenchus dipsaci (Stengel-
 ählen) 341 538 t
 Diurella s. Trichocera
 Divertikel (Aussackungen) 472
 DMW-Zellen (Franke-Zellen) 111
 DNS (Desoxyribonucleinsäure)
 27 f 41
 -- Doppelmolekül 41 f 41* 42*
 Döhl, J. 79

- Dohle 77
 -, Schiemanns Versuchsanord-
 nung 78*
 Dolomit 168
 Donatiidae 162 526 t
 Doppeldressur 70
 Doppelfüßer (Diplopoda) 508
 557 t
 Doppelpolypen 191
 Doppelter (diploider) Chromo-
 somensatz 38 42
 Doppeltier (Diplozoon parado-
 xum) 292 292* 534 t
 Doppeltiere 101
 Dorippidae 554 t
 Dörnchenkorallen (Anthipatharia)
 221 234 531 t
 Dornenkronen-Seestern (Acan-
 thaster planci) 230
 Dorsalseite (Rückenseite) 274
 Dorylaimida 538 t
 Dotilla 499 554 t
 Dotter 28
 Dotterkörner 140 140*
 Dotterpfropf 40*
 Dotterstock 275
 Doyle, Conan 214 217
 Draconema 538 t
 Dracunculus medinensis (Medi-
 nawurm) 345 539 t
 Drassodidae s. Gnaphosidae
 Drehkrankheit 308
 Dreieckskrabben (Majidae) 5 491
 554 t
 Dreilapper (Trilobita) 401 543 t
 Dreistacheliger Stacheling 62
 Dreistrahler 158 f
 Dreitagefliege 120 f
 Drepanophorus 536 t
 Dressel 100
 Dressur 70
 Dressurlabyrinth 74* 75*
 Dressurmittel 70
 Drilomorpha 541 t
 Drogen 121
 Drohen 59 60 60*
 Drogheste 492
 Dromia (Wollkrabben) 491 554 t
 - vulgaris 473* 554 t
 Dromiidae (Wollkrebse) 554 t
 Druckluftkrankheit (Caisson-
 krankheit) 166
 Drulia (= Parmula) browni 164
 164* 527 t
 Drüsen 36
 -, androgene (männliche Ge-
 schlechtsdrüsen) 478
 -, inkretorische 478
 -, innersekretorische 337
 Drüsengewebe 29
 Drüsenstacheln 282
 Drüsentiätigkeit 30 36
 Drüsenzellen 29
 Duftstoffe 39 62
 Dugesia dorotocephala (Ameri-
 kanische Flußplanarie) 288 534 t
 - gonoccephala 281* 287 287* 295*
 534 t
 - lugubris 281* 534 t
 Dünger 246
 Dungfliege 50
 Dünndarm 101
 Durchfälle 106
 Durchschlagkapseln (Penetrante,
 Stenotele) 179 187
 Durst 65 67
 Duvaucelia odhneri 249
 Dysdera 421 545 t
 - erythrina 415* 545 t
 Dysderidae (Sechsaugen) 421 545 t
- Dysderiformia 545 t
 Dysidea fragilis 527 t
 - spinifera 155 527 t
 - topha 527 t
 Dysideidae 527 t
- Ecdyson 483
 Echiniscoidea 543 t
 Echiniscoides sigismundi 391 391*
 543 t
 Echiniscus blumi 382* 543 t
 - scrofa 391 543 t
 Echinococcus 303
 Echinococcus granulosus (Hülsen-
 wurm) 290* 307 535 t
 Echinodermata (Stachelhäuter) 85
 168 170
 Echinorhynchidae 539 t
 Echinorhynchus truttae (Edelfisch-
 kratzer) 356 539 t
 Echinostoma ilocanum 298 534 t
 Echinostomatidae 534 t
 Echiurida (Igelwürmer) 540 t
 Echiurina 540 t
 Echiurus echiurus (Meerquappe)
 302* 359 360* 540 t
 Echsen 44
 Echte Krabben (Brachyura) 491
 554 t
 - Miesmuschel (Mytilus edulis)
 461
 - Quallen (Scyphozoa) 177 209
 529 t
 - Schwimmkrabben (Portunus)
 459* 492 554 t
 - Spinnen (Araneae) 404 414 545 t
 - Vogelspinnen (Aviculariidae)
 421 545 t
 - Vielzeller (Eumetazoa) 139 140
 527 t
- Ecribellate Spinnen 418
 Ectoprocta 313
 Edelfischkratzer (Echinorhynchus
 truttae) 356 539 t
 Edelhirsch 55
 Edelkorallen (Corallium) 249 ff
 532 t
 Edelkrebs (Astacus astacus) 489
 Edelsteinrose (Bunodactis verru-
 cosa) 201* 203* 225 271*
 530 t
 Edwardsia 225 530 t
 Egel (Hirudinea) 383 ff 542 t
 -, Paarung 383
 Egelartige Rädertiere (Bdelloida)
 332 536 t
 Egelschnurwürmer (Bdellomor-
 pha) 319 536 t
 Ehrenberg, Christian Gottfried
 327
 Ei 37 53 181 208 f
 Eichenwickler 51
 Eichhörnchen 61 67 77
 Eiermillionäre 300
 Eierstöcke 275
 Eierträger 432
 Eier, unbefruchtete 38
 Eigenbezirk (Revier) 62 70
 Eigentliche Langschwanzkrebse
 (Astacura) 489 553 t
 Eikapseln (Oozysten) 118 287
 Eikokon 288
 Eimeria stiedae 118 118* 523 t
 - tenella 118 523 t
 - zuerni 118 523 t
 Eimeridae 119 523 t
 Eineiige Achtlinge 37
 - Vierlinge 37 40 260
 - Zwillinge 37 40 260
 Einfüßig (Monopodial) 104
- Eingeweide 29
 - Leishmaniase (Kala-Azar) 100
 Eingeweideorgane 37
 Einheit des Lebens 42
 Einkammerige (Monothalamia)
 110
 Einschwänziger Priapswurm (Pri-
 pulus caudatus) 357* 358 358*
 539 t
 Eiseniella tetraedra 379 542 t
 Einsicht 70
 Einsichtige Lösungen 71
 Einsichtiges Vorausplanen 79
 Einsiedlerkrebse (Paguriden) 53
 153 156 190 223 f 236
 Einsiedlerseerose (Calliactis para-
 sitica) 202* 223 f 530 t
 Einstrahler 161
 Einströmöffnungen (Ostien) 477
 Eintagsfliegen 41
 Einzelaugen (Ommatidien) 478 f
 Einzelkorallen 169 231 f
 Einzeller (Protozoa) 28 f 33 37 39
 52 57 80 f 89 ff 95 f 101 104 ff
 110 122 f 125 128 132 f 521 t
 - als Nahrungsquelle 90
 -, Bauplan und Bewegungsformen
 87*
 Einzellige Tiere 37 57 89
 Einzelmerkmale 63
 Einzelpolyp 210 220 232 236 247
 256 f
 Einzeltiere (Individuen) 141 192
 227 236 246
 Einzeltierentwicklung (Onto-
 genes) 39
 Einzelwesen 96
 Eireifung 33
 Eisbären 55 347
 Eischnüre 323
 Eisenia foetida (Mistwurm) 379
 542 t
 Eisfuchs 55
 Eiszeit 56
 Eiweißabbau 33
 Eiweißmoleküle 83
 Eiweißstoffe 26 ff 32
 -, arteigentliche 42
 Eizellen 38 f 187 213
 -, Reifung 42
 Ektoderm (Äußeres Keimblatt)
 39* 40 174* 176 176* 189*
 258 ff
 Ektoparasiten (Außenschmarot-
 zer) 52
 Elch 55
 Elefanten 41
 Elefantenoehrschwamm (Spongia
 officinalis lamella) 165 527 t
 Elektrische Fische 34 f
 - Hirnreizung 66
 - Reize 153
 - Ströme 36
 Elektrisches Feld 34 f 124
 Elektromagnetische Schwingun-
 gen 34
 Elektronenmikroskop 89 102 f 127
 Elephantiasis 346
 Eleutheria dichotoma 184 t 528 t
 Eleutheriidae 528 t
 Elle 44
 Elphidium (= Polystomella) cris-
 pum 110* 522 t
 Elritzen 62
 Elster 55 77
 Elterngeneration (Parentalgene-
 ration) 27 43*
 Elytren (Schuppen) 364
 Embryo 27 44
 Embryonalentwicklung 28 39 44
- Embryonalzeit 41
 Emerita talpoida 491 554 t
 Empfindliche (sensitives) 127
 Emplectonema 536 t
 Encentrum incisum 333 537 t
 - oxyodon 333 537 t
 Enchytraeus albidus (Topfwurm)
 378 542 t
 Enddarm 31 102 f
 Endemisch 55 f
 Endhandlungen 60
 Enditen (Innenladen) 436
 Endkrallen 436
 Endomyaria 530 t
 Endoplasmatisches Reticulum 27
 Endopodit (Innenast) 434
 Endwirt 119 396
 Energie 31 f 57
 -, chemische 32
 - des Sonnenlichts 26 91
 -, mechanische 32
 Energiewechsel 29 f
 Energiewechselvorgänge 33
 Engramme (Gedächtnisspuren) 36
 Enkephalogramm 73
 Enopla 536 t
 Enopliida 538 t
 Enopliodea 538 t
 Entamoeba coli 106 522 t
 - gingivalis 106 522 t
 - histolytica (Ruhrambo) 106
 109 522 t
 Entaphelenchus 538 t
 Entenegel (Theromyzon tessula-
 tum) 381* 384 542 t
 Entenmuscheln (Cirripedia) 465
 -, (Lepadomorpha) 31 207 248 466
 551 t
 Entenvögel 59
 Enterobius vermicularis (Maden-
 wurm) 345 539 t
 Entoderm (Inneres Keimblatt) 39*
 40 174* 176 176* 189* 209 f 220
 258 260
 Entodiniomorpha (Panseninфу-
 sorien) 131 524 t
 Entomotraca (Niedere Krebse)
 Entoniscidae 557 t
 Entoparasiten (Innenschmarotzer)
 52
 Entoprocta (Kelchwürmer) 313
 Entwicklung, determinierte 334
 - individuelle (Ontogenese) 176
 Entwicklungsabläufe 43
 Entwicklungsformen 80
 Entwicklungskreislauf 105
 Entwicklungsphysiologie 142
 Entwicklungsstadien (Grasfrosch)
 40*
 Enzyme 26 31 f 53
 Eoacanthocephala 539 t
 Eohippus 43
 Eoscorpius 406 544 t
 Eotrogulus 406 547 t
 Epeira 546 t
 Ephelota gemmipara (Strahlen-
 fuß) 132 524 t
 Ehiphipium (Brutraumhaut) 446
 Ephydria fluviatilis (Fluß-
 schwamm) 153 164 527 t
 - muelleri 148* 153 527 t
 Ephyralarve 210 f 213 215 f 218 f
 Epicaridae (Schmarotzerassel) 557 t
 Epicuticula (Außenschicht) 470
 Epidermis (Oberhaut) 470
 Epimeren (Rückenplatten) 470
 Epimerie 482
 Epimerit 116 116*
 Epimorpha 558 t

- Epiphanes senta* 305/306* 333
536 t
- Epipodite [Beinanhänge] 477
- Epistylis* 129 524 t
- Epithelien [Zellschichten] 29 176
- Epizoanthus* 160
- *arenaceus* (Graue Krustenanemone) 200* 236 531 t
- *incrassatus* 236 531 t
- *vavovai* 236 531 t
- Equus* 44
- Erbanlagen 38 41 43
- Veränderung [Mutation] 348
- Erbfaktoren 38 f 41 43 f 127
- Erbgut 125 f
- Erbkoordinationen 59 ff
- Erblich veränderte Tiere [Mutanten] 348
- Erbliche (genotypische) Geschlechtsbestimmung 39
- Erbmerkmale 41 ff
- Erbsubstanz 27 f 41 f
- Erbräger (Gene) 28 127
- Erbboden 91
- Erdegel 386
- Erdferkel 55
- Erdgas 172
- Erdhöhlen 51
- Erdkröte, Kaulquappen 62
- Erdläufer (Geophilomorpha) 515
558 t
- Erdnematoden 348
- Erdöl 172
- Erepsin 31 153
- Eresidae 546 t
- Eresus cinnabarinus* 410* 415*
422 546 t
- Erfindung• 67
- Ergasilidae 550 t
- Ergasilus sieboldi* 443* 461 550 t
- Erigastoplasma 27*
- Erigonidae* [Zwergspinnen] 420
546 t
- Eriochir sinensis* [Wollhandkrabbe] 476* 500 554 t
- Eriophyidae 548 t
- Eriopisa* 502 555 t
- Eriopisella* 502 555 t
- Erkundungstrieb 70
- Ernährung, autotrophe 26
- heterotrophe 26
- Ernährungskette 333
- Ernährungsweise, tierliche und pflanzliche 96 98
- Erntemilbe (*Trombicula autumnalis*) 430 437* 548 t
- Eriopodella octoculata* (Hundegel) 381* 386 543 t
- Eriopodellidae 386 543 t
- Errantia* [Freilebende Vielborster] 540 t
- Erregung 36 f
- Ersatzzellen 187
- Erschütterungsreize 63
- Erschütterungssinn [Vibrationsinn] 479 f
- Erstwirt 119
- Erworbenener unbenannter Begriff 75
- Erythraeidae* 548 t
- Erythrocytäre Schizogonie* 120
- Erythropsis pavillardi* 97* 521 t
- Erzschleiche 44
- Eigenschaft 499
- Essigsäure 123 f
- Estheria s. Isaura*
- Eutropius maculatus* 66
- Eucarida* 552 t
- Eucharis multicornis* 271* 532 t
- Euchlanis deflexa* 305/306* 537 t
- Eucoccidia* 118
- Eucopiidae* 555 t
- Eudactylopora eudactylopora* 325*
332* 537 t
- Eudendriidae* 188 528 t
- Eudorylaimus* 538 t
- Eudoxie* 193 195
- Euglena gracilis* 92 521 t
- *viridis* 88* 92 521 t
- Euglenidae* 521 t
- Euglenoidina* 92 95 521 t
- Euglypha alveolata* 110 305 306*
522 t
- Eugorgia rubens* 253 532 t
- Eugregarinida* [Gregarinen i. e. S.]
116 523 t
- Eulalia viridis* 373* 540 t
- Eulampetia pancerina* 266 532 t
- Eumalacostraca* 552 t
- Eumelusoid* 174*
- Eumetazoa* [Echte Vielzeller] 139
140 527 t
- Eumimonectidae* 556 t
- Eumoniidae* 521 t
- Eunephthya rosea* 271* 531 t
- Eumonia fucata* [Atlantischer Palolo] 365 540 t
- *gigantea* [Riesenborster] 365
540 t
- *viridis* [Samoa-Palolo] 365 540 t
- Eunicella* (Seefächer) 252 532 t
- *cavolini* (Gelbe Hornkoralle)
243* 253 262* 532 t
- *stricta* (Weiße Hornkoralle) 252
262 263* 532 t
- *verrucosa* [Warzenkoralle] 252
532 t
- Eunicidae* 364 540 t
- Eupagurus bernhardus* 190
- Euphasia superba* 486 552 t
- Euphausiacea* [Leuchtkeise] 552 t
- Euphasia avata* 184* 527 t
- Euplectella aspergillum* (Gießkannenschwamm) 159 160 525 t
- Eupodidae* 548 t
- Euproops* 405 544 t
- Euproops-Stufe* 405
- Europäische Languste (*Palinurus vulgaris*) 454* 460* 488 553 t
- Europäischer Flußkrebs (*Astacus astacus*) 453* 489 553 t
- Hummer (*Homarus gammarus*)
452* 460* 489 553 t
- Eurotatoria* 536 t
- Euryhaline* Arten 50
- Euryhyge* Arten 50
- Euryköne* Arten 50
- Eurypelma soemanni* 399* 545 t
- Eurypteridae* (Riesenskorpione)
544
- Eurypterus* 405 544 t
- Eurytheme* Arten 50
- Eusparassidae* 546 t
- Eutardigrada* 543 t
- Eutelie* [Zellkonstanz] 339
- Evadne* 449 549 t
- Evolution* 80 83
- , transspezifische 49
- Evolutionstheorie 82
- Exkrete 32 f
- Exkretionsorgan [Ausscheidungsorgan] 446
- Exopodit (Außenast) 434 436 450
- Exoskelett (Außenskelett) 470
- Extratentakuläre Sprossung 227
232 234
- Exumbrella* [Schirmaußenseite, Schirmaußenwand] 178 208
- Eylaidae* 548 t
- Fabre, Jean-Henri 58 413
- Fabricia* (= *Amphicora*) *sabella*
370 541 t
- Fächerkorallen (*Flabellum*) 232
531 t
- Fächerlungen 417
- Fächerschwanzasseln [Flabellifera]
504 556 t
- Fadenwürmer (Nematoda) 334 ff
537 t
- Fahnenquallen (Semaestomae)
212 215 217 529 t
- Fährten 401
- Falculiferidae 548 t
- Falter 62
- Familien 43 49 84
- Fangapparat 270
- Fangarm 176
- Fangbeine 503
- Fangfaden 193 ff 193* 209 418
- Fangnetze 417
- Fangorgane 178 259
- Fangschreckenkreise (Stomatopoda) 483
- Fangtentakel 131 f
- Fangtrichter 333
- Fangwolle 418
- Farben 35
- Farberlebnis 35
- Farbkörper 89 96 f 104
- Farbstoffe 91 98 144 223 470
- Farbstoffzellen (Chromatophoren)
471
- Farbung 39
- Farbwechsel 34 166 478
- Farbzellen 487
- Farrea occa* 159 525 t
- Fasanenvögel 60
- Fasciola gigantica* [Riesen-Leberegel] 294 534 t
- *hepatica* (Großer Leberegel)
293 295* 534 t
- Fasciolidae* 534 t
- Fasciolopsis buski* [Riesen-Darmegel] 297 534 t
- *magna* [Amerikanischer Riesen-Leberegel] 294 534 t
- Fasern, motorische [allgemein],
afferente 36
- , sensorische, afferente 36
- Faserskelett 165
- Faultiere 55
- Favia* 228* 234 531 t
- Favosites* 170* 531 t
- Federhülse (Pilidium) 323
- Federkleid 32
- Federlinge (Mallophagen) 51
- Federn 29
- Fehler, gute 71
- Feigenschwamm (*Suberites ficus*)
(= *Ficulina ficus*) 162 526 t
- Feindabwehr 58
- Feiner Levantiner (*Spongia officinalis mollissima*) 165 527 t
- Felchen 356
- Feldheuschrecken 35
- Felsenkrabbe (*Grapsus grapsus*)
499 554 t
- Ferster 78
- Festsitzende Rippenquallen
[Tjallifellidae] 269 533 t
- Vielborster (Sedentaria) 367
541 t
- Fette 26 30 ff
- Fettsäuren 31
- Fettertöpfen [Lipidtröpfchen] 27*
- Feuchtigkeit 50
- Feuerkorallen (*Millepora*) 187*
189 189* 198* 230 237* 238*
527 t
- Feuerquallen (Cubomedusae) 213
- Feuersalamander 51
- Fibrillen 162
- Fibula nolitangere* 157
- Fichtenrüsselkäfer 30
- Fieberanfalle 120
- Fiebermücken 121
- Fieberindenbaum 121
- Fiederblättchen 254 256
- Filialgeneration [Tochtergeneration] 43*
- Filicollis anatis* 356 539 t
- Filina* 333 537 t
- Filistatidae 546 t
- Filterer 144
- Filterkämme 445
- Filzwurm (*Aphrodite aculeata*)
364
- Fingerring 44
- Finne [Larve] 300
- Finnenblase (Cysticerus) 303
- Fiona pinnata* 205
- Fischasseln 504
- Fischbandwurm (*Dibothriocephalus latus*) 278* 289* 309 309*
535 t
- Fische 20 35 40 44 50 53 63 98
155 f 168 171 223 225 230 234
487
- Fischegel (Ichthyobdellidae) 385
542 t
- Fischeier 156
- Fischereischädling 500
- Fischköder 220
- Fischläuse [Branchiura] 464 551 t
- Fischwirtschaft 133
- Flabellifera [Fächerschwanzasseln]
504 556 t
- Flabelligeridae s. Chordaemidae
- Flabellum* (Fächerkorallen) 232
531 t
- *angulare* 232 531 t
- *anthophyllum* 233 531 t
- *goodei* 232 531 t
- Flachwassermeduse 219
- Flachwasser-Seefeder 255
- Flagellata (Geißeltiere) 26 89 ff
91 95 ff 103 f 115 122 129
- Flagellatenkolonien 105
- Flamingo-Federlinge 83
- Flamingos 83
- Flattermäk 55
- Flattermäuse 34 44 53 137
- Fleischbeschau 307
- Fleischesser 52
- Fleischschwamm (*Oscarella lobularis*) 161 526 t
- Fliegen 35 52 109
- Flimmercepithel 269
- Flimmerlarve (Miracidium) 292 f
- Flimmerplättchen 129
- Flohe 52
- Flohkreise (Amphipoda) 502 555 t
- , blinde 502
- Floridina 144
- Floscularia ringens* 326* 333 333*
537 t
- Flosculariacea 537 t
- Flosculariidae 537 t
- Flossen 44 57
- Floßschnecke (*Janthina nitens*)
205

- Flucht 62
 Fluchtastand 479
 Fluchtreaktion 471
 Fluchtverhalten 222
 Flugdrachen 55
 Flügel 40 44 57
 Flügelgelenke 397
 Flundern 223
 Fluor 30
 Fluoreszenz 144
 Flüsse 51
 Flußkrebse [Astacidae] 489 553 t
 Flußschwamm [Ephydatia fluviatilis] 153 164 527 t
 Follikel 33
 Folsäure 127
 Fonticola vitta 281* 534 t
 Foraminifera [Lochträger] 93* 110 f 522 t
 Foraminiferen [Foraminifera] 91 97 236
 Formatio reticularis 65
 Formen, ungeschlechtliche 119
 Formica 297
 Formveränderungen 95
 Formwandel 398
 -, umweltbedingter [Zyklomorphose] 331
 Forschungsschiff »Beagle« 80
 Forskalia contorta 194 528 t
 Forskaliidae 195 528 t
 Fortbewegung 57 104
 Fortpflanzung 38 112 115 134 159 180 182 216
 -, geschlechtliche 37 97 122 132 138 186 193 218
 -, ungeschlechtliche 97 122 154 186 196 218 225
 Fortpflanzungsgemeinschaften [Syngens] 127
 Fortpflanzungshandlungen 36
 Fortpflanzungskerne 133
 Fortpflanzungsorgane, Höhere Krebse 481
 -, weibliche 174*
 Fortpflanzungszellen [Generative Zellen] 37 96 105
 Fortsätze, Nervenzellen 29
 Fossilfunde 43 81 404 406 434
 Fossilien 43 81 436
 -, lebende 159 405 435
 Franke-Zellen [DMW-Zellen] 111
 Franz, H. 332
 Freilandverhalten 69
 Freilebende Vielborster [Errantia] 364 540 t
 Frondicularia alata 93* 522 t
 Frosch 36 61 f 103 130
 Froschendarm 103
 Froschlurche 103
 Frostspanner 44
 Fruchtzucker 31
 Frühjahrskiemenuß [Chirocephalus grubei] 440 549 t
 Frustelbildung [Beulenbildung] 180
 Frusteln [Beulen] 180
 Fische 297
 Fühler [Antennen] 35 40 363 388 404
 Fühlergeißel 414
 Fühlerlose [Chelicerata] 403
 Füllgewebe [Parenchym] 273 f
 Fünfhöher [Pentacoela] 85
 Fungia [Pilzkorallen] 226 229 531 t
 -, fungites [Pilzkoralle] 232 531 t
 Funicula quadriangularis [Seepitsche] 257 271* 532 t
 Furchungsteilungen 39 39*
 Fußangelnetze 418
 Fußdrüse 333
 Fußglieder [Tarsen] 35 427
 Fußscheibe 176* 178 185 187* 212 220 f 224 ff
 Fusulinenkalk 110
 Futterbetten 63
 Futterpflanzen 52
 Futterverstecken 61
 Galathea-Expedition 258
 Galathea thauuma 63
 Galatheiidae 554 t
 - [Furchenkrebse, Springkrebse] 476*
 Galba truncatula [Zwergschlamm Schnecke] 294
 Galle [Gewebe wucherung] 248
 Galloides caspius 424 547 t
 Gallerte 96 246 f
 Gallertgehäuse 333
 Gallerthülle 130
 Gallertschirm 178
 Gallertschwamm [Halisarca djardini] 166 527 t
 Cambusen 121
 Gameten 103 112 115 f
 Gametozyten 118
 Gammaridae 496* 555 t
 Gammaridea 555 t
 Gamogonie 115 f 120
 Gamontogonie 116
 Ganglien 389
 Gänsetierchen [Dileptus anser] 128 523 t
 Ganzbewimperte [Holotricha] 128 f 523 t
 Gardner 78
 Garnelen 160
 Garnelenartige Langschwanzkrebse [Natantia] 486 552 t
 Gartenvogel 52
 Gasblase [Pneumatophor] 194
 Gasdrüse 193
 Gasteracantha [Stachelspinnen] 410* 421 546 t
 - kuhlii 400* 546 t
 - thorelli 400* 546 t
 Gastraea [Becherkeim-Stadium] 80
 - Theorie 80 f
 Gastralfilamente 209
 Gastrallager [Magenlager] 140 154 159 173*
 Gastralraum 176*
 Gastralsepten 209 f
 Gastrodes parasiticum [Larve von Eulamptea pancerina] 266 532 t
 Gastrolithe 483
 Gastropodiidae 537 t
 Gastropus 537 t
 Gastrotiricha [Bauchhaarlinge] 536 t
 Gastrula [Becherlarve] 39* 40* 140 142 154
 Gastrulation [Keimblätterentwicklung] 39*
 Gattenmörder [matekillers] 127
 Gattentreue 70
 Gattungen 43 49 84
 Gattungsgruppen [Tribus] 84
 Gebänderter Bandwurm [Taenia hydatigena] 308 535 t
 Gebärden 78
 Gebärmutter 29
 Gebirgsbambuswälder 51
 Geburt 41
 Geburtshilfe bei Mottenmilben 429
 Gecarcinidae [Landkrabben i. e. S.] 500 555 t
 Gecarcinus lagostoma 476* 555 t
 - ruricola [Gemeine Landkrabbe] 500 555 t
 Gedächtnis 36 125
 Gedächtnisdauer 69
 Gedächtnisspuren [Engramme] 36 f
 Gefäße 29
 Gefäßsystem 32
 Gefäßwände 29
 Gegenbaur, Karl 461
 Gehäuse 90 93* 107* 110 ff 115 129 131 f 163 225
 Gehirn 25 f 36 f 41 49 66 106 118 120 389
 Gehirngorgane [Cerebralgorgane] 321
 Gehirnplatte [Medularplatte] 40*
 Gehirnring 322
 Geierschildkröte 63
 Geißelkammer 142 f 143* 144 154 161 165* 173*
 Geißeln 57 90 ff 95 ff 101 103 ff 122 140 ff
 Geißelskorpione [Uropygi] 414 545 t
 Geißelspinnen [Amblypygi] 414 545 t
 Geißeltiere [Flagellata] 26 89 ff 91 95 ff 103 f 115 122 129
 Geißelträger, pflanzliche 91 98
 Geist 72
 Geisterkrabben [Ocypode] 497
 Geistige Leistung 25
 Gelbe Haarqualle [Cyanea capillata] 211 530 t
 - Hornkoralle [Eunicella cavolini] 243* 253 262* 532 t
 - Koralle [Dendrophyllia ramea] 233 531 t
 - Krustenanemone [Parazoanthus axinellae] 204* 236 531 t
 - Nelkenkoralle [Leptosammia pruvoti] 232 531 t
 Gelbei 28
 Gelbkörper 33
 Gelbrandkäferlarve 354
 Gelbschwamm [Spongia irregularis] 165 527 t
 Gelbstirnamazone 77
 Gelenke 397
 Gelenkhäute 397
 Gelenkköpfe 398
 Gelenkpfannen 398
 Gelliidae 527 t
 Gellius angulatus 527 t
 Gemeine Entenmuschel [Lepas anatifera] 466 466* 551 t
 - Landkrabbe [Gecarcinus ruricola] 500 555 t
 - Seepocke [Balanus balanoides] 467 467* 551 t
 - Wasserassel [Asellus aquaticus] 504 557 t
 Gemeiner Fischegel [Piscicola geometra] 376* 381* 385 542 t
 - Leberegel [Fasciola hepatica] 293
 - Regenwurm [Lumbricus terrestris] 117 379 542 t
 - Schlammröhrenwurm [Tubifex tubifex] 377 542 t
 - Strandfloh [Talitrus saltator] 502 555 t
 - Weberknecht [Phalangium opilio] 400* 428 547 t
 Gemeinschaftswämme [Demospongiae] 139 159 161 526 t
 Gemmulae [Dauerknospen] 155 155* 156 162 ff
 Gen 43
 Genae [Wangen] 401
 Gene [Erträger] 28 127
 Generation 41 ff
 Generationswechsel [Metagenesis] 38 181 330
 Generative Zellen [Fortpflanzungszellen] 96
 Genkombinationen 49
 Genotypische [erbliche] Geschlechtsbestimmung 39
 Genotypus 43
 Geodia [Stinkender Anker-schwamm] 162
 - cydonium 161 526 t
 Geodiidae 161 526 t
 Geographische Rassen 84
 Geonemertes chalicophora 323 536 t
 Geophilomorpha [Erdläufer] 558 t
 Geophilus electricus [Leuchten-der Erdläufer] 510* 515 558 t
 Geotaxis, negative 124 f
 -, positive 125
 Gerandeter Saftkugler [Glomeris marginata] 509* 513 557
 Gerinnungsvorgang 477
 Germanin 101
 Gersemia 247 531 t
 Geruchskegel 35
 Geruchsorgane 270
 Gerüsteiweiße 334 397
 Geryonidae 554 t
 Gesägter Bandwurm [Taenia pisi-formis] 308 535 t
 Gesänge 62
 Geschlechter 39
 -, Unterschied 39
 Geschlechtliche Fortpflanzung 37 97 122 132 138 186 193 218
 - Vermehrung 115 119
 Geschlechtlichkeit 38
 Geschlechtsbehälter [Gonotheken] 206
 Geschlechtsbestimmung 38
 -, erbliche [genotypische] 39
 -, nichterbliche [phänotypische] 39
 Geschlechtsdrüsen, männliche [androgene Drüsen] 478
 Geschlechtsgeneration 232
 Geschlechtsglied 282
 Geschlechtshormon, männliches [Testosteron] 33
 Geschlechtshormone 33 65 478
 Geschlechtsknospen 174*
 Geschlechtsumwandlung 39
 Geschlechtsunterschiede 33
 Geschlechtzellen 28 33 38 f 41 115 f 141 181 f 187 ff 205 209 220 245 251 256 260
 Geschwebe 168
 Gesichtsnah 401
 Gesner, Konrad 82
 Gespensterkrebse 188
 Gespensterkrebs [Phtisica marina] 503 555 t
 Gespensterkrebse [Caprellidae] 503 555 t
 Gesteinsschichten 43 91

- Getreidezystenälchen (*Heterodera avenae*) 342 538 t
 Getrenntgeschlechtlich 222 256
 Gewächshausplanarie (*Bipalium kewense*) 288 534 t
 Gewässerverschmutzung 489
 Gewebe (Epithel) 28 ff 32 37 40 f
 89 104 106 118 139
 Gewebeschmarotzer 133
 Gewebetypen 39
 Gewebewucherung (Galle) 248
 Gewebezellen 90 99
 Gewebsflüssigkeit 65 90 275
 Geweihe 49
 Gezüngelte Naide (*Stylaria lacustris*) 372 542 t
Giardia (Lambia) intestinalis
 101 101* 522 t
 – muris 101 522 t
 Gibbons 55
 Gießkannenschwamm (*Euplectella aspergillum*) 159 f 160 525 t
 Giftblase 414
 Giftdrüsen 270 419 514
 Gifte 32 127 179 194
 Giftstachel 412
 Giftwirkung (Skorpionstachel)
 412
Gigantinus lateralis (Rote Landkrabbe) 500 555 t
Gigantocypris agassizi 450 550 t
 Gilbert 79
 Giraffen 55
 Glabella (Stirn) 401
 Glanzfasen 60
 Glanzkörper (Glykogen) 105
 Glasschwämme (Hexactinellida)
 139 159 ff 171 173* 525 t
 Glatte Muskelzellen 29
 Glaukothoe 490
 Gleichartige Organe (Seriale Organe) 468
 Gleichgewichtsorgane (Statocysten) 205
 Gleitschienen 398
 Glieder (Segmente) 361
 – s. auch Bandwurmglieder
 Gliederfüßer (Arthropoda) 33 f 37
 39 50 86 170 387 ff 397 ff 403
 543 t
 Gliederkette (Strobila) 300
 Gliedertiere (Articulata) 81 196
 361 ff 387 390 ff 540 t
 Gliederung, heteronome 361
 –, homonome 361
 Gliederwürmer (Annelida) 81
 117 f 138 361 f 371 387 398
 540 t
 Gliedmaßen 44 49
 Gliedmaßenpaare 388
Globigerina 110 522 t
 – hulloides 93* 522 t
Globigerinenschlamm 110
 Glocke 192
 Glockentierchen (Peritricha) 129
 524 t
 Glomeridae (Safikugler) 513 557 t
Glomeris 513 557 t
 – marginata (Gerandeter Safikugler) 509* 513 557
Glossiphonia 384 542 t
 – complanata (Großer Schneckenegel) 381* 384 542 t
 – heteroclitia (Kleiner Schneckenegel) 381* 384 542 t
Glossiphoniidae (Knorpeegel) 384
 542 t
 Glukagon 33
 Glutinanten (Klebekapseln, Isorhiza) 179 187
Gluvia 424 547 t
 Glyceridae 540 t
Glyciphagus domesticus (Hausmilbe) 431 437* 548 t
 Glykogen (Glykzörper) 105
 Glycerin 31
 Gnaphosidae (= Drassodidae) 546 t
 Gnaphosiformia 546 t
 Gnathidea 556 t
 Gnathocephalon (Kieferkopf) 469
 Gnathocephalothorax (Kieferkopfbreustabschnitt) 470
Gnathophausia 555 t
 Gnathosoma 429
Gnathostomaria lutheri 310* 311
 312* 535 t
Gnathostomula paradoxa 311 312*
 535 t
 Gnathostomulida (Kiefermündchen) 535 t
 Gnathothorax (Kieferbrust) 469
 Goethe, J. W. v. 442
 Goldhamster 118
 Goldmonaden (Chrysomonadina) 96 98 521 t
 Goldstrieme (*Boops salpa*) 219
Golfingia 359 540 t
 Golgi-Apparat 27* 87* 140
Golurella 325* 537 t
Gonactinia 223 530 t
 – prolifera 225 530 t
 Gonangien 206
Gonastrea 234 531 t
 Gondwanaland 389
Goniaulax 98 521 t
Goniomonos vertens 191 528 t
Goniopsis pulchra 499 554 t
Gonodactylus 484 552 t
 Gonophor, styloider 174*
 Gonophoren 174*
 Gonopoden 469
 Gonothecken (Geschlechtsbehälter) 206
 Gonozoiden 182
 Gordioidea 539 t
Gordius 322* 539 t
 – aquaticus (Wasserkalb) 354
 539 t
 – dactylus 354 539 t
 Gorgonaria (Rindenkorallen) 245
 532 t
 Gorgonin 248 251 f
 Gorillas 25
 Grabwespe 58
Graffzoon lobatum 287 533 t
 Granat (*Crangon crangon*) 487
 Granatastrid 70*
 Granula 162
Graphidostreptus 509* 513 557 t
 Grapsidae (Springkrabben) 499
 554 t
Grapsus grapsus (Felsenkrabbe) 499 554 t
 Grasfrosch 103
 – (Entwicklungsstadien) 40*
 Grasschwamm (*Hippospongia communis cerebriformis*) 165
 527 t
 Grasschiff 420
 Graue Hydra (*Hydra oligactis*) 187 528 t
 – Krustenanemone (*Epizoanthus arenaceus*) 200* 236 531 t
 – Seefeder (*Pteroides griseum*) 256
 271* 532 t
 Graues Trompetentierchen (*Stentor roeseli*) 130 524 t
 Graugans, Eirollbewegung 60
 –, Führungsruf 68
 Graupapagei 68 77 f
Greiffia 538 t
Gregarina blattarum 117 523 t
 – cuneata 117 523 t
 – polymorpha 117 523 t
 – steini 117 523 t
 Gregarinen (Gregarinida) 115 ff
 132 523 t
 – i. e. S. (Eugregarinida) 116 523 t
 Gregarinida (Gregarinen) 115 ff
 132 523 t
 Greifklauen 461
 Greiforgan 403
 Greifscheren 487
 Greifzangen 450
 Greifzellen (Colloblasten) 259
 Grell, K. G. 115
 Grenadierkrabben (Mictyridae) 499
 Großbiotope (Biochoren) 51
 Großer Leberegel (*Fasciola hepatica*) 293 295* 534 t
 – Rückenschaler (*Triops cancriformis*) 442 549 t
 – Schneckenegel (*Glossiphonia complanata*) 381* 384 542 t
 Großfußhühner 55
 Großgeschwebe (Makroplankton) 195
 Großhim 37
 Großkerne (Macronuclei) 122 f
 125 f
 Großmundwels (*Chaca chaca*) 63
 Großraubtiere 55
 Grubenaugen 35
 Grubenwurm (*Ancylostoma duodenale*) 344 539 t
 Grundfäden 418
 Grundkorn (Basalkorn) 141
 Gründungsopolyp 181 194
 Grüne Bonellia (*Bonellia viridis*) 302* 359 540 t
 – Hydra (*Chlorohydra viridissima*) 185 187 528 t
 Grünes Pantoffeltierchen (*Paramecium bursaria*) 124 126 523 t
 – Trompetentierchen (*Stentor polymorphus*) 113* 130 524 t
 Gruppentiere 76
 Gruppierungen (Kategorien) 84
 Guanin 41 42*
 Gundi 118
 Gurkenkern-Bandwurm (*Dipylidium caninum*) 308 535 t
 Gurkenqualle (*Beroë cucumis*) 270 533 t
 Gürtel (Clitellum) 371
 Gürteltiere 37 55 260
 Gürtelwürmer (Clitellata) 371
 542 t
 Gute Fehler 71
 Gymnodinidae 521 t
Gymnodinium catenella 521 t
 – pascheri 521 t
 Gymnoptera s. Calanoida
 Gymnostomata (Nacktmünder) 128 523 t
Gyatrix hermaphrodita 291 534 t
Gyrodactylus elegans 292 292*
 534 t
 Gyrodinium 521 t
 Haare, Hornteile 29
 Haarkleid 32
 Haarquallen (Cyaneidae) 216 f
 530 t
 Haarwurm (*Wuchereria bancrofti*) 348 539 t
Habrotricha constricta 331 536 t
 – flaviformis 332 536 t
 – pusilla tetrax brevibrabris 330*
 536 t
 Habrotrichidae 536 t
 Hadzi 80
 Haackel, Ernst 80 ff 112 192
Haemadipsa zeylanica (Ceylonegel) 386 543 t
Haemadipsidae (Landegel) 386
 543 t
Haematozoon 107* 521 t
Haemateria costata 384 542 t
 – officinalis 384 542 t
Haemocera danae (= *Cymbasoma rigidum*) 462 550 t
Haemopsis sanguisuga (Pferdeegel) 381* 385 543 t
 Haemosporidae (Hämosporiden) 119 523 t
 Haftdrüsen 328
 Haftklemmen 291
 Haftorgan 212 330 463
 Haftscheibe 292 467
 Haftscheibe 160
Haimea 247 531 t
 Haimeidae 531 t
 Haken 291
 Hakenkränze 354
 Hakenlarve (Coracidium) 303 310
 Hakenrüßler (Kinorhyncha) 316*
 354 539 t
 Hakenwürmer 52
 Halacaridae (Meereswassermilben) 156 548 t
Halalaimus 538
Halammohydra octopodides 192
 528 t
 Halammohydrinen (Halammohydrina) 182 192 528 t
 Halbaffen 26 55
 Halbierte (haploider) Chromosomensatz 38
 Halbzellulosen (Hemizellulosen) 131
Halca 223 530 t
Halichondria panicea (Brotkrustenschwamm) 166 527 t
Haliciona cratera 527 t
Halicystis octoradiatus 213 529 t
Halicystis spinulosus 358* 539 t
Halisarca dujardini (Gallertschwamm) 166 527 t
 Haliscidae 527 t
Halisarca papillosum 208 529 t
Halistemma rubra 271* 528 t
 Halocypriformes 550 t
 Hals (Collum) 300
Halteria grandinella (Springwimperling) 131 524 t
 Haltungsempfindungen 75
 Hämo . . . s. auch Haemo . . .
 Hämochrom 98
 Hämozyanin 30 477
 Hämoglobin 32 137
 Hämolymph (Blutflüssigkeit) 470
 Hämosporiden (Haemosporidae) 119
 Hämozyanin s. Hämozyanin
 Hämozyten 477
 Handelsschwämme 166
 Handlungsketten 60
 –, angeborene 70
 Handwurzelknochen 44

- Hapalocarcinidae 555 t
 Haplobothrioidea 535 t
 Haploider (halbierter) Chromosomensatz (Kernschleifensatz) 38 126
 Haplosporidia 135 525 t
 Haplotaxidae (Brunnenwürmer) 378 542 t
 Haplotaxis (= *Phreoryctes*) gordioides 379 542 t
 Hardy, Sir Alister 456
 Harnblasen-Pärchenegel (*Schistosoma haematobium*) 298 534 t
 – Saugwurm (*Polystoma integririmum*) 292 534 t
 Harnleiter 29
 Harnröhre 29
 Harnsäure 33
 Harnstoff 33
 Harpacticoida 550 t
 Hartgebilde (Bulla) 463
 Hartmann 98
 Hartmannella 104 522 t
 Hasen 293 396
 Hasenartige 53
 Haubennetzspinnen (Theridiidae) 421 545 t
 Hauptzwischenwirt 300
 Häuschenschwamm (*Suberites domuncula*) 153 162 526 t
 Hausgans 79
 Haushahn 60
 Hausmäuse 41 52
 Hausmilbe (*Glyciphagus domesticus*) 431 437* 548 t
 Hausschaben 117
 Hausspinne (*Tegenaria domestica*) 399* 422 546 t
 Haustiere 99 106 118 136 293
 Haustierrassen 84
 Haustoriidae 555 t
 Hauswinkelspinnen (*Tegenaria*) 399* 422 546 t
 Haut 30 32 f 106
 Hautabscheidungen 367
 Hautblatt (Ektoderm) 273
 Hautdrüsen 29
 Hautflügler 40
 Hautgefäße 32
 Hautgewebe 29
 Hautkrankheiten 157
 Hautlager (Dermallager) 139 142 154 159 173*
 Hautlichtempfindlichkeit 321
 Haut-Leishmaniasen 100
 Hautmünder (Hymenostomata) 128 130 523 t
 Hautmuskelschlauch 274
 Hauptpanzer 398
 Hauptpanzerwechsel 398
 Hautschmarotzer 53 292 503
 Hautschwellungen 101
 Hautsinneszellen 388
 Häutung 33 102 391 396 411
 Häutungshemd 391
 Häutungshormone 103
 Hechtkaviar 310
 Hefepilze 53
 Heideschnecken (*Helicella*) 294
 Heilkunde 246
 Heilmittel 235 247
 Heinemann, Dietrich 22
Helicella (Heideschnecken) 294
Helicotylus 341 538 t
Heliopora coerules 253 532 t
 Helioporidae (Blaukorallen) 245 253 532 t
 Heliozoa (Sonnentierchen) 111 f 522 t
 Hell-Dunkel-Wahrnehmung 328
- Helobdella stagnalis* (Zweiäugiger Plattegel) 381* 384 542 t
Hemicleipsis marginata 381* 384 542 t
 Hemizellulosen (Halbzellulosen) 131
 Hemmungsmißbildungen 118
 Henneguya 107* 524 t
 Herdentiere 76
 Herder, Johann Gottfried 19
 Heringsfischei 265
 Hermaphroditen (Zwitter) 38 f 187 227 249 260 467
 Hermellidae s. Sabellariidae
 Hermellimorpha 541 t
 Herrentiere (Primates) 26 78
 Hersiliidae 545 t
 Hersiliiformia 545 t
Hertwigella volvocicola s. *Ascomorphella volvocicola*
 Herz 32 34
 Herzmuskulatur 29
 Herzschlag 477
 Hesionidae 540 t
Heterakis 539 t
 Heterocoela (Wabenkalkschwämme) 139 154 f 158 525 t
Heterocope weismanni 457 550 t
Heterodera 342 538 t
 – *avenae* (Getreidezystenälchen) 342 538 t
 – *rostochiensis* (Kartoffelzystenälchen) 301* 342 538 t
 – *schachtii* (Rübenzystenälchen) 342 538 t
 Heterogonie 330
 Heteromedusoid 174*
Heteromeyenia baileyi (= *H. repens*) 527 t
 – *repens* 527 t
 – *stepanowii* 527 t
 Heteronemertini 535 t
 Heteronereisstudium 366
 Heteronome Gliederung 361
Heteronymphon kempfi 432* 548 t
Heteroperipatus engelhardi 382* 389 543 t
Heterophyes heterophyes (Zwergarmegel) 298 534 t
 Heterophyidae 534 t
Heterostegina 110 522 t
Heterotanaia oerstedii 504 556 t
Heterotardigrada 543 t
Heterotricha (Verschiedenbewimperte) 129 524 t
 Heterotrophe Ernährung 26
Heterotylus 343 538 t
 Heterozygot (mischerbig) 43*
 Hetzen 59
 Heuauflauf 104
 Heuschrecken 34 44
 Heuschreckenkrebs (Stomatopoda) 483
 Heuschreckenschmarotzer 339
Hexacanthium asteracanthion 94* 523 t
 Hexacorallia (Sechsstahlige Korallen) 177 221 234 f 530 t
 Hexactinellida (Glasschwämme) 139 159 ff 171 173* 525 t
Hexagonaria s. *Cyathophyllum*
 Hexamerism 538 t
 Hexasterophora 525 t
 Hilfspirale 418
 Hilfwirt 310
 Hinterflügel 44
 Hinterindischer Leberegel (*Opisthorchis viverrini*) 297 534 t
 Hinterkiemenschnecken (Opisthobranchia) 223
- Hinterkörper (Opisthosoma) 403 ff
 Hinterleib (Pleon) 469
 Hinterleibsüße (Pleopoden) 503
 Hinterleibsüßel 417
 Hippidae (Sandkrebse) 491 554 t
Hippolyte 459* 553 t
 – *varians* 487 553 t
 Hippolytidae 553 t
Hippospongia canaliculata (Wollschwamm) 165 527 t
 – *communis* (Pferdeschwamm) 157 165 527 t
 – *cerebriformis* (Grasschwamm) 165 527 t
 – *meandriiformis* (Saintschwamm) 165 527 t
 Hirn 35 75
 Hirnanhangdrüse (Hypophyse) 33
 Hirngebiete, Arbeitsteilung 37
 Hirnkörner 228 f
 Hirnphysiologie 79
 Hirnreizung, elektrische 66
 Hirnschädelausgänge 49
 Hirnwurm 297
 *Hirn-Zentren (Höhere Krcbse) 481
 Hirsche 55 60 293
 Hirscheber (*Babirussa*) 55
 Hirudin 385
 Hirudinea (Egel) 542 t
 Hirudinidae 543 t
Hirudo medicinalis medicinalis (Medizinischer Blutegel) 381* 384* 385 543 t
 – *officinalis* (Ungarischer Blutegel) 381* 385 543 t
Histioneis remora 88* 521 t
Histiobdella homari 367 540 t
Histiobdellidae 367 540 t
 Hochdruckstützsystem 335
 Höckerzähne 44
 Hoden 33 282
 Höhere Krebse (Malacostraca) 435 468 552 t
 –, Begattung 481
 –, Fortpflanzungsorgane 481
 Höherentwicklung (Anagenese) 43 49
 Höhlen 50 f
 Höhlenassel (*Asellus cavaticus*) 504 557 t
 Höhlengarnele 291
 Höhlenkrebse 488
 Höhlenspinnen 417
 Hohlkapseln 133
 Hohllare (Blastula) 154 154*
 Hohltiere (Coelenterata) 29 31 ff 35 ff 39 f 50 80 f 140 169 176 ff 176* 273 276* 527 t
 – (Baupläne) 174*
 Holarktische Region 54 54*
 Holospisstudium 401
 Holaxonia 532 t
 Holopodiidae 549 t
Holopodium gibberum 447 549 t
 Holotheroidea 547 t
 Holotricha (Ganzbewimperte) 128 f 523 t
 Holst, Erich von 66 79
 Holz 102
 Holzbock (*Ixodes ricinus*) 431 437* 547 t
 Holzbohrasseln (Limnoriidae) 504 556 t
 Homalopterygia (Pfeilwürmer) 85
 Homaridae (Hummer) 489 553 t
Homarus americanus (Amerikanischer Hummer) 489 553 t
- Homarus gammarus* (Europäischer Hummer) 452* 460* 489 553 t
 Hominidae (Menschen) 25 ff 30 34 f 40 ff 44 61 69 f 73 77 f 118 ff 137 396
 Homo 25 f
 – *erectus*-Stufe 26
 – *sapiens* 26
 Homocoela 139 154 158 525 t
 Homocoelidae 158 525 t
 Homolidae 554 t
 Homolodromiidae 554 t
 Homologien 59
 Homonome Gliederung 361
 Homöotherme (Warmblüter) 32
 Homosclerophora 526 t
 Honigesser 55
 Hoplocarida 552 t
 Hoplonemertini 536 t
Hoplonympha 102 522 t
 Hoplophoridae 553 t
 Hoplophorida 553 t
Horalea brehmi 331* 537 t
Hormiphora plumosa 266 532 t
 Hormondrüsen 33 468
 Hormone 30 32 f 65 f
 Horn 74
 Hornfasern 165*
 Hornnadeln 166
 Hornschwämme 143 157 161
 Hornteile der Haare 29
 Hörorgane 35
 Hörzellen 34
 Huftiere 44 53 131
 Hüftmünder (Merostomata) 404 406 544 t
 Hühner 31 66
 Hühnerbandwürmer 309
 Hühnervogel 60
 Hüllen 96
 Hüllkerne 133
 Hülswurm (*Echinococcus granulosus*) 290* 307 535 t
 Hummer (Homaridae) 489 553 t
 Hummersteine 483
 Hunde 20 65 ff 75 f 118 137 157 392 396
 Hundefloh 308
 Hundegel (*Erpobdella octo-ulata*) 381* 386 543 t
 Hundehaarlager 308
 Hundertfüßer (Chilopoda) 117 514 558 t
 Hunger 65 67
 Hungervermögen 385
 Hüpfelinge (Cyclopidae) 458 550 t
 Huxley, Thomas Henry 82 101
Hyalonema 160 173* 526 t
 – *thomsoni* 160 161* 526 t
 Hydatidensand 307
Hydatigena taeniaformis (Katzenbandwurm) 535 t
Hydatina senta 41
 Hydra 187 528 t
 – *oligactis* (Graue Hydra) 187 528 t
 – *vulgaris* (Braune Hydra) 187 528 t
 Hydrachnidae 548 t
Hydractinia echinata 190 528 t
 Hydractinidae 528 t
Hydrallmania falcata (Korallenmoos) 206 529 t
 Hydranth 180 f
 Hydrinen (Hydrina) 177 182 185 ff
 Hydrocaulus 180
 Hydrokorallen (Hydrocorallidae) 233

- Hydromeduse 174* 178* 180 180*
192 f 208 f 213 235
- Hydropolyp 174*
- Hydropolyphen (Hydrozoa) 177
178* 180 182 189 206 f 210 251
527 t
- Hydrorhiza (Stolonennetz) 180 f
190
- Hydrostatisches Skelett 335
- Hydrotheken 206
- Hydrozoen (Hydrozoa) 170 f 177
180 f 192 230 527 t
- Hydryphantidae 548 t
- Hyman 80
- Hymeniadon sanguinea* 527 t
- Hymenocaris* 435 552 t
- Hymenolepididae* 535 t
- Hymenolepis diminuta* 309 535 t
- *nana* (Zwergbandwurm) 309
309* 535 t
- — *fraterna* (Zwergbandwurm
der Maus) 309 535 t
- — *nana* (Zwergbandwurm des
Menschen) 309 535 t
- Hymenostomata (Hautmünder)
128 130 523 t
- Hymenostoma 552 t
- Hyperidae 556 t
- Hyperiidae 556 t
- Hypermastigidae 102 522 t
- Hypochilidae 546 t
- Hypoconcha* 491 554 t
- Hypodermis 334
- Hypophyse (Hirnanhangdrüse) 33
- Hypostom 401
- Hypotonisches Wasser 90
- Hypotricha (Bauchwimperlinge)
130 524 t
- Hypsibius* 390* 543 t
- Hyptiotes* 422 546 t
- *paradoxus* 415* 546 t
- Hysterosoma 429
- Iblidae 551 t
- Ichthydina (Wimperfischchen) 327
- Ichthyobdellidae (Fischegel) 385
542 t
- Ichthyophthirius multifiliis* 128
523 t
- Ichthyotomidae 367 540 t
- Ichthyotomus sanguineus* 367
540 t
- Idoteidae 556 t
- Igelwürmer (Echiurida) 351* 359 f
540 t
- Ikeda taenioides* (Bandigelwurm)
359 540 t
- Iliaemus* 402 544 t
- »Illustriertes Tierleben« 21
- Ilitis 62
- Illyocryptus sordidus* 448 549 t
- Imaginalseiben 40
- Imponieren 62
- Imponiergehabe 33
- Individuelle Entwicklung (Onto-
genese) 39 176
- Individuen (Einzeltiere) 141 192
227 236 246
- Indoaustralisches Mischgebiet 55
- Induktion (Nachbarschaftswir-
kung) 40 f
- Inermia 530 t
- Infusionen 122
- Infusorien (Ciliata) 122
- Ingolfiellidae 555 t
- Inkretorische Drüsen 478
- Innenafter 313
- Innenast (Endopodit) 434
- Innenbild 75
- Innenfächer 221 f
- Innenhaut, Innenhautzellen 186 f
209 218 220 f 231 245 f 254
- Innenhautlamelle 178
- Innenladen (Enditen) 436
- Innenplasma 87*
- Innenschmarotzer (Entoparasiten)
52 293
- Inneres Keimblatt (Entoderm) 40
174* 176 176* 189* 209 f 220
258 260
- Innersekretorische Drüsen 337
- Innozenz III. 466
- Insekten 32 f 35 f 40 f 44 50 53
99 102 109 117 260 397 f
- Insektenlarven 41
- Insektenschmarotzer 337
- Instinkte 39 53
- Instinkthandlungen 36 60 66 68
- Insulin 33
- Intelligenzprüfungen 70
- Interferenzerscheinung 259
- Intermediäre Bastarde 43*
- »Internationale Regeln für die
zoologische Nomenklatur« 84
- Interstitielle Zellen 179 181
- Intratunkuläre Sprossung 227
232 234
- Intrazelluläre Verdauung 281
- Invertate 153
- Isaura* (= *Estheria*) 435 445 549 t
- Ischyropsalidae 547 t
- Ischyropsalis* (Schneckenkanker)
400* 428 547 t
- *helwigii* 400* 547 t
- Isolation (Absonderung) 49
- Isolierungsvorgänge 49
- Isopoda (Asseln) 504 556 t
- Isorhiza (Klebekapseln, Glutinan-
ten) 179 187
- Isospora* 118 f 523 t
- Itura myersi* 305/306* 537 t
- Ixodes ricinus* (Holzbock) 431
437* 547 t
- Ixodidae (Zecken) 431 547 t
- Jagdfasan 60
- Jagdhunde 308
- Jagdstimmung 66
- Janthina nitens* (Floßschnecke)
205
- Japanischer Pärchenegel (*Schisto-
soma japonicum*) 299 534 t
- Jasus lalandei* (Kap-Languste)
553 t
- Jitterbug-Winker (*Uca saltitanta*)
498 554 t
- Jod 30 144 165
- Joenia annectens* 88* 522 t
- Jugendentwicklung 44
- Jugendformen 122
- Julida (Schnurfürer i. w. S.) 557 t
- Julidae (Schnurfürer i. e. S.) 557 t
- Jungferzeugung (Parthenogenese)
38
- Junglarve 434
- Jungtiere 59
- Kaestner, Alfred 265 390 403 424
429
- Käfer 40
- Kahnhaut 104
- Kaiserhummer (*Nephrops norve-
gicus*) 451* 459* 460* 489
553 t
- Kaisermantel 63
- Kaiserpinguin 55
- Kaiserskorpion (*Pandinus impe-
rator*) 393* 407* 413 544 t
- Kakadus 55
- Kala-Azar (Eingeweide-Leish-
maniose) 100
- Kalk 1 M 139 143 160 167 177 f
226 245
- Kalkalgen 167 169 ff
- Kalknadeln 142 ff 157* 158 173*
245 f 249 251
- Kalkplättchen 96
- Kalkschwämme (Calcarea) 139
142 f 153 f 158 f 169 ff 173*
525 t
- Kalkspat 248
- Kalkstoffwechsel 33
- Kalliapseudidae 556 t
- Kalyptrorhyncha 534 t
- Kalzit 143
- Kalziumkarbonat 226 253
- Kalziumphosphat 401
- Kamele 100
- Kämme 412
- Kammerlinge 171
- Kammerung der Schalen 110
- Kammfüßer (Ctenopoda) 447
549 t
- Kammquallen (Ctenophora) 258
- Kampfinstinkte 33
- Kampftrieb 66
- Kampfverhalten 66
- Kamptozoa (Kelchwürmer) 535 t
- Kanalsystem (Schwammtiere) 142
153
- Känguruhs 307
- Kaninchen-Kokzidiose 118
- Kanker (Phalangida) 427
- Kap-Languste (*Jasus lalandei*)
553 t
- Kappa-Symbiont 127
- Kappentierchen (Colpoda cucul-
lus) 128 523 t
- Kapsel (Zyste) 95 97 101 106 109
116 130*
- Kapuzenspinnen (Ricinulei) 423
547 t
- Karbohydrasen 31
- Karibische Landkrabbe (*Cardi-
soma guanhumi*) 500 555 t
- Karmin 123
- Karotin 252
- Karotinoide 223
- Karpenfloss (*Argulus foliaceus*)
464 551 t
- Kartoffelzystenälchen (*Heterodera
rostochiensis*) 301* 342 538 t
- Käsemilbe (*Tyrophagus casei*)
430 437* 548 t
- Kashiwa-Eiche 220
- Kaspar-Hauser-Aufzucht 70
- Kasuar 55
- Katayama 299
- Kategorien (Gruppierungen) 84
- Kathodenstrahl-Oszillograph 36
- Katzen 20 55 118 f 137
- Katzenartige 49
- Katzenbandwurm (*Hydatigena
taeniaformis*) 308 535 t
- Katzenleberegel (*Opisthorchis
felinus*) 297 534 t
- Kauapparat 30
- Kauer (Trophii) 329
- Kaumagen (Mastax) 31 329
- Kaulquappen 30 33 62 103 130
- Kauzähne 31
- Keimbahn 126
- Keimbezirke 260
- Keimblase 40
- Keimblatt, äußeres (Ektoderm) 40
174* 176 176* 189* 258 ff
- , inneres (Entoderm) 40 174* 176
176* 189* 209 f 220 258 260
- , mittleres (Mesoderm) 39* 40
209
- Keimblätterbildung (Gastrulation)
39*
- Keimdrüsen 180 180* 188 190 ff
205 ff 209 214 f 217 f 260
- Keimesentwicklung 285
- Keimdotterstock 329
- Keimlager 329
- Keimscheibe 40
- Keimsschicht 29
- Keimzapfen 318
- Keimzelle 27 38 f 41 122
- Kelchwürmer (Kamptozoa) 82
313 ff 315* 535 t
- Kelchwurmlarve 313
- Kellerassel (*Porcellio scaber*) 505
505* 557 t
- Kellikottia longispina* 332 332*
537 t
- Kentron (hohler Stachel) 463
- Keratella* 332 537 t
- *cochlearis* 331* 537 t
- *quadrata* 305/306* 537 t
- Keratine 334
- Kerb-Seepocke (*Balanus perfor-
atus*) 467 551 t
- Kerbtier 32 f 39 293 397
- Kerne s. Zellkerne
- Kern, stationärer 126
- Kernhäutchen 28
- Kernkörperchen (Nucleolus) 27*
87*
- Kernmembran 87*
- Kernschleifen (Chromosomen)
112
- Kernschleifenmasse (Chromatin)
126
- Kernschleifensatz 38 126
- , diploider 126
- , haploider 126
- , -Vervielfachung (Polyploidie)
348
- Kernstammbaum 133
- Kernteilung 106 109
- Kern- und Zellteilung (Mitose)
27 f 28* 125 133
- Kettenwürmer 286
- Keulenpolyp (*Cordylophora cas-
pia*) 189 528 t
- Kiefer (Mandibeln) 44 367 390 404
- Kieferbrust (Gnathothorax) 469
- Kieferfüße (Maxillipeden) 434
456 514
- Kieferfüßer (Maxillipoda) 463
- Kieferkopf (Gnathocephalon) 469
- Kieferkopfbirstabschnitt (Gnath-
cephalothorax) 470
- Kiefermündchen (Gnathostomu-
lida) 311 315* 535 t
- Kieferplatten 385
- Kieferspinnen (Tetragnathidae)
422 546 t
- Kiefertaster 429
- Kiemen 31 f 98 101 401
- Kiemenanhänge 445
- Kiemenbein 401
- Kiemenblätter 406
- Kiemenegel (Branchiobdellidae)
378 542 t
- Kiemenfaden 378
- Kiemenkrebschen 461
- Kiemenchmarotzer 292
- Kiemenchwänze (Branchiura) 464

- Kiementaschen 44
 Kieselalge 116
 Kieselkörper 162* 163*
 Kieselnadeln 143 f 159 173*
 Kieselsäure 112 139 143
 Kieselsäureplättchen 109 f
 Kieselschwämme 81 143 161 171
 Kieselschwammriffe 171
 Killers (Mörder) 127
 Kinästhetik 75
 Kindler, Helmüt 19
 Kinetoplast 99
 Kinorhyncha (Hakenrüßler) 539 t
 Kistenturm 71 71*
 Kiwis 55
 Klassen 84
 Klauen 514
 Klauenträger 388
 Klebeabsonderungen 224
 Klebdrüsen 328
 Klebfäden 418
 Klebekapseln (Glutinant, Isorhiza) 179 187 224
 Klebröhrchen 328
 Klebtropfen 418
 Klebezellen (Colloblasten) 258 f 266 f
 Kleidermotten 52 70
 Kleidervogel 55
 Kleiner Leberegel (*Dicrocoelium dendriticum*) 294
 – Rückenschilder (*Lepidurus apus*) 442 451* 549 t
 – Schneckenegel (*Glossiphonia heteroclita*) 381* 384 542 t
 Kleingeschwebe (Mikroplankton) 267
 Kleinkerne (Micronuclei) 122 f 125 f
 Kleinkind 78
 Kleinkinder, Lallen 73
 –, taubgeborene 73
 Knektrebe 458
 Kleinleben im Tümpel 305/306*
 Kleinschlinder (Micropharyngea) 265
 Kletterstange 71
 Kloake 338
 Kloakentiere 55
 Klop-Code 480
 Kluger-Hans-Fehler 76
 »Klugheit« von Tieren 76
 Knallkrebsschen (Alpheidae) 487 553 t
 Knallscheren 487
 Knochen 25 30
 Knochenbau 44
 Knochenbildungszellen 29
 Knochenbrüche, Ausheilung 41
 Knochenfische 309
 Knochengewebe 29
 Knochenmark 100
 Knochensubstanz 29
 Knollenkalkschwämme (Leuconidae) 158 f 525 t
 Knorpelegel (Glossiphoniidae) 384 542 t
 Knorpelfische 309
 Knospe 154 181 186 187* 191* 193 208 211 227 233
 Knospenzellen 27
 Knospenzapfen 318
 Knospung 37 39 122 125 131 f 155* 158 169 180 f 191 227 f
 Knospungstypen 227
 Knospungszone 181
 Koala 70
 Koboldmakis 55
 Köcherwurm (*Pectinaria koreni*) 368 541 t
 Köderwurm (*Arenicola marina*) 368
Koenenia mirabilis 413* 545 t
Kofoidia loriculata 102* 522 t
 Kohlendioxyd 57 231
 Kohlenhydrate 26 30 ff
 Kohlenhydrat-Stoffwechsel 33
 Kohlenensäure 26 32 124 153 163
 Köhler, Wolfgang 70 ff 75
 Kohlmeisen 67 67*
 Kohte 100
 Kohts, Nadie 78
 Kokospalmenälchen (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) 341 538 t
 Kokzidien (Coccidia) 115 118 132 523 t
 Kolibris 55
 Kolkrahe 77
 Kollagene 334
 Kollagenfasern (Bindegewebsfasern) 141
 Kolonie 96 129 141 169 182 195 206 f 220 226 f 229 233 f 235 f 245 ff 254
 Koloniebildung 96 98 105
 Koloniekorallen 169
 Kolumbus-Krabbe (*Planes minutus*) 499 554 t
 Kommensalen (Tischgenossen) 101 f 106
 Kommissur (Querverbindung) 362
 Kompaßqualle (*Chrysaora hyoscella*) 183* 215 529 t
 Kompaßqualen (*Chrysaora*) 183* 215 529 t
 Komplexaugen 401 411 478 f
 Konermann 79
 Königskrabben (*Limulus*) 411 544 t
 Königspinguin 55
 Königswitwe 70*
 Konjugation 103 122 125 ff 125* 129 132
 Konnektive (längsverlaufende Nervenstränge) 362
 Konradin 121
 Kontraktile Vakuolen (Pulsende Bläschen) 90 92 123 144
 Kontaktinsektizid 121
 Kontinentalverschiebungstheorie 389
 Kontinua 120
 Konvergenz 59 126
 Koonungidae 552 t
 Koordinationsapparate 57
 Kopf (Scolex) 299
 Kopfbrustabschnitt (Cephalothorax) 469
 Köpfchen (Capitulum) 466
 Köpfchenpolypen (*Tubularia*) 188 188* 196 527 t
 Kopffortsatz 422
 Kopffüßer 35 40 50 171 186
 Kopfplatten (Prostomium) 363
 Kopfsaugnapf 86
 Kopfschild (Cephalon) 401
 Kopulation 103 112 122 129 131
 Korallen 26 57 168 ff 228 ff 246 250 f
 –, Wachstumsversuche 228
 –, Wuchsformen 228
 –, Zaubervirkung 251
 Korallenbänke 251
 Korallenfischerei 250
 Korallenhandel 250
 Korallenkolonien 221 227 ff
 Korallenlarven 230
 Korallenmassive 227
 Korallenmoos (*Hydrallmania falcata*) 206 529 t
 Korallenpolypen 221 230 f
 Korallenriffe 47* 163 167 169 171 f 230 f 245 247 f
 Korallenriffgebiete 229
 Korallenstöcke 228
 Korbstahlringe (Nassellaria) 523 t
 Korkschwämme (Suberitidae) 153 162 526 t
 Kornblumenqualle (*Cyanea lamarckii*) 217
 Körperabschnitte (Tagmen, Tagmata) 361
 Körperanhänge 397
 Körperchen, weiße 477
 Körperflüssigkeit 90
 Körperform 97
 Körperfortsätze 131
 Körpergliederung, Milben 429
 Körperliche Auslöser 64
 Körpertemperatur 32
 Körperzellen (Somatische Zellen) 28 38 96 105 122 126
 Kosmetik 157
 Kot 106 109 118 f
 Krabben 225
 Krabbenschwanz 487
 Krabbenspinnen (Thomisidae) 422 546 t
 Kraftsinn 75
 Kragengeißelzellen (Choanozyten) 99 141 142 142* 143 f 154
 Kragengeißler (Craspedomonadidae) 98 140 522 t
 Krähenvogel 70
 Kraken 224
 Krallen (Onychium) 388 390 ff
 Krallenfüßer (Onychopoda) 387
 – (Onychopoda) 448 549 t
 Krallenscheren (Subchelen) 503
 Krallenschwänze (Onychura) 442 549 t
 Krankheiten 90
 Krankheitserreger 99 118 f 134
 Kranzföhler (Tentaculata) 81 85 265 273
 Krätze (Skabies) 431
 Krätzemilbe des Menschen (*Sarcoptes scabiei*) 431 437* 548 t
 Kratzer (Acanthocephala) 129 316* 355 539 t
 Kratzwürmer 31
 Krebse 31 41 50 81 98 117 223 225 234 301 f 398
 Krebspanzer 470
 Krebspest 489
 Krebsschwänze 487
 Krebstiere (Crustacea) 434 549 t
 Kreiselkorallen (*Caryophylla*) 231
 Kreislauf, offener 477
 Kreislauforgane 388
 Kreuzlähme der Pferde (Mal de cadaver) 100
 Kreuzspinne (*Araneus diadematus*) 399* 408* 409* 410* 419* 421 545 t
 Kreuzung 42
 –, monohybride 43*
 Kriechbeine 450
 Kriechen 104
 Kriechfläche 269
 Kriechtiere 33 40 44 103 135
 Kronenqualen (Coronata) 214
 Kropfmilch 66
 Kröte 66 f 130
 Krüger, F. 368
 Krustenanemonen (Zooantharia) 45* 160 221 236 531 t
 Küchenschabe 117
 Kudo 109
 Kugelspinnen (Theridiidae) 421 545 t
 Kulturfolger 52 70
 Kulturpflanzenschädlinge 342
 Kumazeen (Cumacea) 503 556 t
 »Kunstformen der Natur« 112
 Künstliche Systeme 82
 Kunststoffschwämme 158 166
 Kupfer 30
 Kurols 55
 Küstenhüpfer (*Orchestia gammarellus*) 502 555 t
 Küstenseeschwalben 79
 Labenzym 153
 Labidognatha 545 t
Labroides dimidiatus (Meerschwalbe) 64
 Labyrinth 34 79*
 Lacaze-Duthier 249
 Lachs 79
Lacrymaria olor (Schwanentierchen) 128 305 306* 523 t
 Laelaptidae 547 t
 Laemodipodea 555 t
Lagena interrupta 93* 522 t
 – *spiralis* 93* 522 t
 Lagesinnesorgane 480
Lagisca extenuata 373* 540 t
 Lagune 168
 Lallen der Kleinkinder 73
 Lamark, Jean Baptiste 43 82
 Lambda-Symbionten 127
 Lamelle 129
 Lamina ganglionaris 481
Laminaria (Zuckertang) 218
Lamprochernes nodosus 423 547 t
 Lampropidae 556 t
Lampyrus noctiluca 63
 Lancelolidae 556 t
 Landasseln (Oniscoidea) 505 557 t
 Landkrabben 54
 Landegel (Haemadipsidae) 386 543 t
 Land-Einsiedlerkrebse (*Coenobita*, *Birgus*) 490 554 t
 Landkrabben i. e. S. (Gecarcinidae) 500 555 t
 Landplanarien (Terricola) 287 288 534 t
 Landschaft 52
 Landschnecken 30 32 40
 Landtiere 50 f
 Landtierregionen 54
 Landtierwerdung 366
 Langbeinige Winkerkrabbe (*Uca stenodactyla*) 498 554 t
 Langhornbienen 64
 Langschwänziger Fadenskorpion (*Typopeltis crucifer*) 414 545 t
 Längsmuskeln 176
 Längsnervenstränge 282
 Längsteilung 99 181
 Langusten (Palinuridae) 488 553 t
 Laniatores 547 t
Lanice conchilega (Muschelsammelerin) 369 541 t
 Lanzettegel (*Dicrocoelium dendriticum*) 284* 294 534 t
 Lanzettfischchen 275
Laodicea (= *Cuspidella*) undulata 207 529 t
Laomedea (= *Obelia*) 206 529 t
 Lappen (Loben) 211
 Lappenqualle (*Bolina hydatina*) 266 f 532 t
 Lappenripenqualen (*Lobata*) 259 265 266 532 t
 Larve, Grasfrosch 40*

- Larve, Müllersche (Protochula) 286 f
 Larven 40 53 132 139 f 153 ff
 154* 156 159 163 f 227 233 392 396 411
 Larvenauge 445
 Larvenbildung, Seeigel 39*
 Larvenformen 81
 Larvengenerationen 293
 Larvenstufen 401
 —, Bandwürmer 303
Lasiadora 425* 545 t
Latona setifera 447 549 t
Latrodectus mactans (Schwarze Witwe) 399* 421 545 t
 Laubheuschrecken 35
 Laufbeine 44 387 f 404 406
 Laufkäfer 44
 Laufmilben (Trombidiformes) 430 548 t
 — i. e. S. (Trombididae) 430 548 t
 Lauridae 551 t
 Läuse 52
 Lautäußerungen 39
 Lauterzeugung 470
 Lautnachahmung 78
Leaia 435 549 t
 Leben (Einheit) 42
 Lebende Fossilien 159 405
 Lebendgebärend 292
 Lebensdauer 41
 Lebensgemeinschaften (Biocoenosen) 52 156 167 f 171 223 248
 Lebensleistungen 29 f 36
 Lebensräume 51
 Lebensstätten (Biotope) 50 ff
 Lebensweise, festsitzende 129
 —, pflanzliche und tierliche (Unterschied) 91
 —, schmarotzende 49
 —, sesshafte 57
 Leber 31 33 106 118 ff
 Leberegel 53
 Leberegelschnecke (*Galba truncatula*) 294
 Leberhörmchen 446
 Lecanidae 537 t
 Lecithoepitheliata 533 t
 Lederkorallen (Alcyonaria) 45* 245 247 f 531 t
 Lederzecken (Argasidae) 431 547
 —, Leierläuse 60 f
 Leeuwenhoek, Antony van 185
 Legeröhre 428
 Leibeshöhle 81 85
 —, primäre (ursprüngliche) 357
 —, sekundäre (Coelom) 273
 Leibeshöhlenflüssigkeit 385
 Leibeshöhlen-Urmünder 274
 Leibesmerzen 106
 Leierschwänze 55
 Leimzellen (Collenzyten) 140* 141 159
Leiobunum rotundum 428* 547 t
Leishmania donovani 100 522 t
 — *tropica* 100 522 t
 Leishmaniaform 99 99*
 Leistung, geistige 25
 Leitfossilien 97 449
 Lemniskien 355
 Leoparden 49
Lepadella 326* 537 t
 — *patella* 331* 537 t
 Lepadidae 551 t
 Lepadomorpha (Entenmuscheln) 551 t
Lepas 459* 551 t
Lepas anatifera (Gemeine Entenmuschel) 466 466* 551 t
Leperditia 435 550 t
 — *titanica* 450 550 t
Leperditia 550 t
Lepidocaris rhyniensis 436 549 t
Lepidonotus squamatus (Schuppenwurm) 364 540 t
Lepidurus apus (Kleiner Rückenschaler) 442 451* 549 t
Leptobathynella 485 552 t
Leptodora 447 549 t
 — *hyalina* 444* 447 549 t
Leptodoridae 549 t
Leptomedusa 174*
Leptomonasform 99 99*
Leptosammia pruvoti (Gelbe Nelkenkoralle) 232 531 t
Leptostraken (Leptostraca) 483 552 t
Lequeureusia spiralis 110 305 306* 522 t
Lernaea 463 551 t
 — *esconia* 443* 551 t
Lernaeidae 551 t
Lernaeocera branchialis 462 551 t
Lernaeopodida 551 t
 Lerne 58 67 f
 Lernfähigkeit 36 69
 Lernvermögen 90 125 489
Leucandra aspera 143 525 t
 Leuchten 254 256
 Leuchtende Seefeder (*Pennatula phosphorea*) 256 262* 263* 532 t
 Leuchtender Erdläufer (*Geophilus electricus*) 510* 515 558 t
 Leuchtkäfer 63
 Leuchtkrebse (Euphausiacea) 485 552 t
 Leuchtmuster 63
 Leuchtorgane 50 53
 Leuchtqualle (*Pelagia noctiluca*) 215 f 529 t
 Leuchtsignal 63
 Leuchtstoffe 53
 Leuckart, Rudolf 294
Leuckartaria nobilis 184* 528 t
Leucochloridium fuscum 295* 534 t
 — *paradoxum* 295* 534 t
Leuconia aspera 159 525 t
 — (= *Leucandra*) *nivea* 158 525 t
Leuconidae (Knollenkalkschwämme) 158 f 525 t
 Leucontyp 139 142 158 161 173*
 Leucosiidae 554 t
Leucosolenia 142 150* 151 154 154* 525 t
 — *botryoides* 158 525 t
 — *complicata* 155 525 t
 — *coriacea* 142 525 t
 — *variabilis* 155 525 t
Leucothoe multicornis 266 532 t
Leucothoidae 555 t
Lichas 402 544 t
Lichida 544 t
 Licht 26 50 91 f 124 214 229
 Lichtblitze 63 364
 Lichtempfindliche Zellen 35
 Lichtmikroskop 89
 Lichtreize 34 153
 Lichtreflex, negativer 441
 —, positiver 442
 Lichtsinnesorgane (Ocellen) 188 209
 Lichtstrahlen 34
Ligia oceanica (Strandassel) 496* 505 557 t
 Ligiidae 557 t
Ligula intestinalis (Riemenbandwurm) 310 535 t
Limnadia lenticularis 445 549 t
Limnatis nilotica (Roßegel) 386 543 t
Limnias 326* 537 t
 — *ceratophylli* 305/306* 537 t
 — *melicerta* 325* 333 333* 537 t
 Limnocharidae 548 t
 Limnolacariidae 548 t
 Limnohydrinen-Limnomedusen (Limnohydrina-Limnomedusae) 182 190 528 t
Limnoria lignorum 504 556 t
 Limnoriidae (Holzbohrasseln) 544 t
 Limulidae 544 t
 Limulus (Königskrabben) 411 544 t
 — Typ 405
Lineus geniculatus 301* 535 t
Linguatula serrata (Nasenwurm) 392 396* 543 t
 Linguatulida (Zungenwürmer) 387 391 ff 543 t
 Linné, Carl von 83 f 442
 Linse 40
 Linsenaugen 366 388 411
 Linyphiidae (Baldachinspinnen) 418 545 t
 Lipasen 31 153
Lipistius (= *Liphistius*) 400* 420 545 t
 — *desultor* 400* 545 t
 Lipochrome 144
 Lipoidtropfen (Fettropfen) 27*
 Lipostraca 549 t
Liriopoda tetraphylla 208 529 t
 Lirophoridae 548 t
 Lithistida (Steinschwämme) 161 169
 Lithobiomorpha (Steinläufer) 558 t
Lithobius forficatus (Brauner Steinläufer) 510* 515 558 t
Lithodes maja 491 554 t
 Lithodidae (Steinkrabben) 491 554 t
 Lithostrotion 177 530 t
Litocarpia myriophyllum 207 529 t
 Litoral 51 56
 Litorischer Schwamm 165
Loa loa (Wanderfilarie) 348 539 t
 Lobata (Lappenrippenquallen) 259 265 266 532 t
 Loben (Lappen) 211
 Lophophyllia 234 531 t
 Lochkorallen (Poritidae, Porites) 234
 Lochträger (Foraminifera) 93* 110 f 522 t
 Lockrufe 70
 Lohmann, H. 96
 Lomisidae 554 t
Longidorus 341 538 t
Lophelia pertusa (Augenkoralle) 233 233* 531 t
Lophocalyx philippensis 155* 525 t
 Lophogastrida 555 t
 Lophogastridae 555 t
Lophogorgia chilensis 253 532 t
Lopholithodes 476* 554 t
 Lophozysten (Büschelzellen) 141
 Lorenz, Konrad 60 66 68 70 75
 Lösungen, einsichtige 71
 Lotz, R. 385
 Löwen 49 66
Loxosceles 545 t
 Loxosomatidae 535 t
Lubomirskia baicalensis 164 527 t
Lucernaria bathophila 213 529 t
 — *quadricornis* 213 529 t
 Luchse 49 55
 Ludwig, H. 327
 Luft 31
 Luftatmer 477
 Luftatmungsorgane 505 507
 Luftfeuchtigkeit 50
 Luftkammern 205
 Luftkanälchen (Tracheen) 32
 Luftröhren (Tracheen) 32
 Lumbricidae 379 542 t
 Lumbriculidae 378 542 t
Lumbriculus variegatus 378 542 t
Lumbricus castaneus 379 542 t
 — *rubellus* 117 379 542 t
 — *terrestris* (Gemeiner Regenwurm) 379 542 t
 Lungen 25 32 106
 Lungenentzündung 118
 Lungenfische 54
 Lungengewebe 29
 Lungenqualle (*Rhizostoma pulmo*) 183* 219 272* 530 t
 Lungenschnecken 38
 Lungenwurm (*Dictyocaulus viviparus*) 335 539 t
 Lurche 130
 Lurchlarven 33
 Lust 70
Lybia tessellata 492 554 t
 Lycaeidae 556 t
Lycastis terrestris 366 540 t
 — *vitabunda* 366 540 t
Lycastopsis amboinensis 366 540 t
 — *raunensis* 366 540 t
 Lycoriidae s. Nereidae
Lycosa (Taranteln) 422 546 t
 — *tarentula* 425* 546 t
 Lycosaeformia 546 t
 Lycosidae (Wolfspinnen) 422 546 t
 Lymnaeidae (Schlamm-schnecken) 294
Lyneceus brachyurus 445 549 t
 Lysianassidae 555 t
 Lysosome 28
 Mäanderkorallen 228 234 531 t
Macracanthorhynchus hirudineus (Riesenkratzer) 539 t
Macrobolus 390 543 t
 — *hufelandi* 382* 391 543 t
Macrochaetus subquadratus 325* 536
 Macrodasoidea 536 t
 Macronuclei (Großkerne) 122 f 125 f
Macrostomum appendiculatum 286 533 t
 Macrotrichidae 549 t
Macrotrachela insulana 332 536 t
 Madagassische Subregion (Unterregion) 54 k 55
 Madenwurm (*Enterobius vermicularis*) 345 539 t
 Madrepora (Weiße Korallen) 233
 — *oculata* (Weiße Koralle) 233 531 t

- Madrepোরaria (Steinkorallen) 169
 178 221 226 229 ff 251 530 t
Madrepোরaria alcidornis 229 531 t
 Magen 26 31 131 178 180 259 f
 270
 Magenlager (Gastrallager) 140 154
 159 173*
 Magenraum 187* 193 208 ff 213
 215 217 ff 222 f 226 f 231 245 f
 256 273
 Magenstiele 208
 Magensteine 483
 Magentaschen 208 221 226
 Magen- und Darmsystem 176
 Magnaform 106 109
 Magnus, D. 63 255
 Mahlzähne 44
 Maikäfer 102
Maja (Seespinnen) 491 554 t
 Majidae (Dreieckskrabben) 491
 554 t
 Makaken 68 68*
 Makis 55
 Makrogameten 118
 Makromere 285
 Makroplankton (Großgeschwebe)
 195
 Mal de caderas (Kreuzlähme der
 Pferde) 100
Malacobdella 319 536 t
 Malakostraca (Höhere Krebse)
 552 t
 Malaria-Erreger 38 53
 Malaria (Wechselfieber) 119 ff
 Maldanidae (= Clymenidae) 541 t
 Mallophagen (Federlinge) 51
 Malmignatte (*Latrodectus mac-*
tans) 421
Malpighiella mellificae 109 522 t
 Malpighische Gefäße 33
 Mandibellose (Mandibulata) 404
 Mandibeln (Kiefer) 404
 Mandibeltiere (Mandibulata) 404
 Mandrill 60
 Mangrovekrabbe [*Aratus pisoni*]
 499 554 t
 Männchen 39
 - (XY-Typen) 39
 Männliche Geschlechtsdrüsen
 [Androgene Drüsen] 478
 Männliches Geschlechtshormon
 (Testosteron) 33
 Mantelaktinie (*Adamsia palliata*)
 224 f 530 t
 Manteltiere 38 50 53 97 236 266
 Manubrium (Mundschlauch) 188
 Marco Polo 250
 Margelopsidae 527 t
 Maricola (Meeresplanarien) 533 t
 Markstränge 274
Marsupiodbella africana 385 542 t
 Marsupium (Brutbeutel) 501
 Martini, E. 100 121
 Massenansammlungen 194
 Massenvergiftungen 98
 Massenvermehrung 98 101
 Massenwechsel 52
 Mastax (Kaugagen) 329
 Matekillers (Gattenmörder) 127
 Mauerassel (*Oniscus asellus*) 496*
 505 557 t
 Mauerkrone 466 f
 Maulwurfskrebs (*Thalassina ano-*
mala) 490 553 t
 Maus 74 f 101 118 f 136 153
 Mäuse-Sarkosporidie 136
 Mausvögel 55
 Maxillardrüsen 472
 Maxillen (Unterkiefer) 434
 Maxillendrüse (Schalendrüse) 446
 Maxillipeden (Kieferfüße) 456
 Maxillipoda (Kieferfüßer) 463
 Mayor, Dr. 229
 McConnell 288
Meandrina 171* 531 t
 Mechanische Energie 32
 - Reize 34 90 153
 Medianaugale 401
 Medianes Tuberkel (Mittelhöcker)
 401
 Medina-wurm (*Dracunculus medi-*
nensis) 345 539 t
 Medizinischer Blutegel (*Hirudo*
medicinalis medicinalis) 381*
 384* 385 543 t
 Medullarplatte (Gehirnplatte) 40*
 Medulla interna 481
 - externa 481
 Medusen 81 178 f 178* 181* 182
 186* 188 ff 205 ff 212 f 218 220
 -, unfertige 174*
 Medusengeneration 187 f
 Medusenknospen 181 208
 Medusoide 181 205
 Meere 51 131
 Meeresablagerungen 97 f 112
 Meeresaquarien 218
 Meeresboden 51
 Meeresbodentiere 56
 Meeresborstenwurm 39
 Meeres-Einsiedlerkrebse (Paguri-
 dae) 490 554 t
 Meeresleuchten 97 267
 Meeresplanarien (Maricola) 287
 533 t
 Meeresschwämme 154 ff 165
 Meerestiere 50 56
 Meereswassermilben (Hala-
 caridae) 430 548 t
 Meerhand (*Alcyonium digitatum*)
 240* 245 271* 531 t
 - Guano 246
 Meerorange (*Tethya aurantium*)
 162 148* 526 t
 Meerquappe (*Echiurus echiurus*)
 302* 359 360* 540 t
 Meerschwalbe (*Labroides dimidia-*
tus) 64
 Meerschweinchen 131 153
 Meerschwert (*Cestus veneris*)
 268
 Meerwarzen (Verrucomorpha) 467
 551 t
 Meerwasser 51
Megascolides australis (Riesen-
 regenwurm) 379 542 t
Megacyclops viridis 458 550 t
Megalograptus ohioensis 393*
 544 t
 Megalopastadidae 482
Meganocythiphanes norvegica 486
 552 t
 Megascolecidae 379 542 t
 Megasklerite 161
 Mehlmilbe (*Acarus siro*) 430 437*
 548 t
 Mehlkäfer 117 309
 Mehlwürmer 117
 Mehrlinge 40
 Meiose 38 38*
 Meisen 55
 Melia 225
Meloidogyne (Wurzelgallen-
 ähnen) 342 538 t
 Melonenqualle i. e. S. (*Beroe*
ovata) 265 270 271* 533 t
 Melonenquallen (Beroidea) 269 f
 533 t
Melophagus ovinus (Schaflaus-
 fliege) 100
 Mendel, Gregor 42
 Mendelsche Regeln 42
 Mensch 20 22 25 49 51 64 68 72
 79 102 106
 Menschen (Hominidae) 25 ff 30
 34 f 40 ff 44 61 69 f 73 77 f
 118 ff 137 396
 Menschenaffen 25 49 70
 Menschenrassen 84
 »Menschenvögel« 74
 Menschlicher Säugling 72 f
 Menschliches Verhalten 19
 Meraspiostadium 401
 Merkmale 44 82
 Merkmale, unterdrückte (rezes-
 sive) 42
Mermis subnigrescens 337 538 t
 Mermithoidea 538 *
Merodinium 115 521 t
 Merostomata (Hüftmünder) 544 t
 Merozoiten 114* 119
Mertensia ovum (Secneß) 265
 532 t
 Mesenchym 159
 Mesenchymzellen 39*
 Mesenterialfilament 220 226 231
 245
 Mesenterien 220 f 245
Mesidotea s. *Saduria*
 Mesoblast (Urmesodermzelle) 273
 Mesoderm (Mittleres Keimblatt,
 Mittelblatt) 39* 40 209 273
 Mesogloea (Mittelgallerte) 176
 180* 193 209 220 f 245 247 260
Mesolimulus 405 544 t
 Mesomyaria 530 t
 Mesomyzostomidae 542 t
 Mesoplankton 267
 Mesopsammon (Sandlücken-
 system) 390
 Mesotardigrada 543 t
 Mesothelae 545 t
 Mesostoma ehrenbergi 291 534 t
 Mesozoa (Mitteltiere) 138 140
 525 t
 Metacercarien 293
 Metagenesis (Generationswechsel)
 181
Metagonimus yokagawai 298 534 t
 Metanauplius 434
 Metanephridien (Nierenkanäle)
 358
 Metastomium (Mundsegment)
 363
Metastrongylus 539 t
Metridium senile (Seenelke) 199*
 220 226 271* 530 t
 Metzgerhunde 308
 Microcerberidae 556 t
Microcacia armata 526 t
 Microcionidae 526 t
 Microcodinidae 537 t
Microcodon clavus 325* 537 t
 Microcosmus 236
 - sulcatus 252
 Microommata 400 410* 546 t
 - rosea 400 410* 546 t
 Microniphargus 502 555 t
 Micronuclei (Kleinkerne) 122 f
 125 f
 Microparasellidae 557 t
 Micropharyngea (Kleinschlünder)
 265
Microspironympha porferi 102*
 522 t
 Microsporidia 132 134 f 524 t
 Microstomum 287* 533 t
Microstomum lineare 286 533 t
Micrura alaskensis 318* 535 t
 Mictyridae (Armeekrabben) 499
 554 t
 Mieschersche Schläuche 135
 Miesmuscheln 98
 Migrationshypothese 358
 Mikrofilarien 346
 Mikrogameten 118
 Mikromere 285
 Mikrophagen 231
 Mikroplankton (Kleingeschwebe)
 267
 Mikroskop 86 89 92 95 f 101 103 f
 110 ff 116 f 121 ff 131 f 135 142
 Mikrotubuli 87* 102
 Miktsche Weibchen 331
 Milane 70
 Milben (Acari) 52 394* 403 f 428
 547 t
 -, Begattung 429
 -, Körpergliederung 429
 Milchbildung 33
Miliola reticulata 93* 522 t
 - striolata 93* 522 t
Millepora (Feuerkorallen) 187*
 189 189* 198* 230 237* 238*
 527 t
 - platyphyllus 189 238* 527 t
 Milleporidae 189 237* 527 t
 Milz 100
 Mimetidae 546 t
 Mimikry 64
 Mineralisalz 26 30
 Mineralstoffwechsel 33
 Minustyp 126
 Minutarium (Darm-lumenform)
 106
 Miracidium (Flimmerlarve) 293
 Mischerbig (heterozygot) 43*
 Mischerbigkeit 42
 Mistwurm (*Eisenia foetida*) 379
 542 t
 Mitochondrien 27 27* 32 87* 99
 140
 Mitose (Kern- und Zellteilung)
 27 f 28* 125 133
 Mittellaugen 411
 Mittelblatt (Mesoderm) 273
 Mitteldarm, Seitentaschen 321
 Mitteldarmdrüsen 455
 - Drüsen-schläuche 472
 Mittelgallerte (Mesogloea,
 Coenenchym) 245 247
 Mittelhöcker [medianes Tuberkel]
 402
 Mittelkrebse (Anomura) 490 553 t
 Mittelmeer-Miesmuschel (*Mytilus*
galloprovincialis) 461
 - Zylinderröse (*Cerianthus mem-*
branaceus) 203* 235 f 271* 531 t
 Mitteltiere (Mesozoa) 81 138 140
 525 t
 Mittleres Keimblatt (Mesoderm)
 39* 40 209
 Mixocoel 362
Mnemiopsis leidyi 267 271* 523 t
Mniobia incrassata 332 536 t
 Mobilia (Bewegliche Peritrichen)
 129 524 t
 Moina 446 549 t
 - rectirostris 444* 549 t
Mola mola (Mondfisch) 205
 Molchkeim 40
 Molchlarven 41
 Moleküle 41
 Mollusca (Weichtiere) 43 81 85
 117 138 170 260
 Mondfisch (*Mola mola*) 205

- Mondphasenwechsel 365
Monhystera 538 t
Monhysterida 538 t
Moniliformis moniliformis 356
 539 t
Monocystis 116 f 523 t
 Monogene Saugwürmer (Mono-
 genea) 291 f 534 t
 Monogononta 536 t
 Monokohybride Kreuzung 43*
 Monokonophora 556 t
Monommata 325* 537 t
Mononchus 538 t
 Monopodial (Einfüßig) 104
 Monopodiale Verzweigung 181
 181*
Monoraphis chuni 160 162* 526 t
 Monosaccharide 31
 Monothalamia (Einkammerige)
 110
 Monstrillidae 461 550 t
 Moore 51
 Moorgewässer 51
 Moostierchen (Bryozoa) 26 37 82
 156 167 169 ff 248
 Mörder (killers) 127
 Morphologie, vergleichende 82
 »Morskaja Guba« 164
 Morula 40* 176
 Mosaikentwicklung 329
 Mosaikkeim 260
 Moseley 388
 Motorische (allgemein), efferente
 Fasern 36
 Mottenmilben, Geburtshilfe 429
 Mottenraupe 74
 Möwen 70
 Mücken 35 53 119 ff
 Mückenbekämpfung 121
 Mückendarm 119
 Mückenlarve 354
 Mückennetze 121
 Mückenspeichel 119
 Müdigkeit 66
Muggiaea kochii 195 528 t
 Mühlens 100
 Müller, O. F. 327
 Müllersche Larve (Protrichula)
 286 f 287* 323
Multiceps multiceps (Quesen-
 wurm) 308 535 t
 Multiple Knospung (Vielfach-
 knospung) 132
 – Teilung (Vielfachteilung) 97
 Multipolare Zelleinwanderung
 154
 »Mumien« 171
 Mund 39* 176 180 f 220 273
 Mundarme 209 217 ff
 Mundfeld 260
 Mundfüßer (Stomatopoda) 484
 552 t
 Mundhöhle 30 f 106
 Mundlose (Astomata) 128 524 t
 Mundpapillen (Oralpapillen) 388
 Mundrohr 222 f 390
 Mundsaugnapf 384
 Mundscheibe (Peristom) 178 185
 191 210 ff 220 224 227 f 234
 Mundschlauch (Manubrium) 188
 Mundsegment (Metastomium) 363
 Mundstachel 340
 Mundwerkzeuge 40
 –, Höhere Krebse 472
 Muntjak 60
 Murex 236
 Murmeltiere 51
 Muscheldarmkrebs (*Mytilicola*
intestinalis) 461
 Muschelkrebse (Ostracoda) 449
 449* 550 t
 Muschelkrebschalen 450
 Muscheln 171 f 267
 Muschelsammlerin (*Lanice con-*
chilega) 369 541 t
 Muschelschalen 163
 Muschelschaler (Conchostraca)
 434 442 549 t
 Muscheltierchen (*Stylonychia my-*
tius) 130 130* 524 t
 Muschelwächter (*Pinnoteres*
pisum) 492 493* 554 t
 Muskelbewegungen 30
 Muskelfasern 28 176 180
 Muskelgewebe 29
 Muskeln 25 32 35 f 57
 Muskelsinn 75
 Muskelzellen 29
 –, glatte 29
 –, quergestreifte 29
 Muskulatur 31
 Mutanten (erblich veränderte
 Tiere) 348
 Mutation 27 43 f 49 348
 Mutterbrutschlauch 294
 Mütterlichkeitsinstinkte 33
 Mutterorganismus 95 97
 Mutterpolyp 181 191 227 233
 Muttersporozyste 293
 Muttersprache 73
 Muttertier 180
 Mützenquallen (*Nuda*) 258 269 f
 533 t
Mycale massa 526 t
 Mycalidae 526 t
 Mycetome 53
 Myodocopa 550 t
 Myodocopida 550 t
 Myozysten (Zellen mit zusammen-
 ziehbaren Fasern) 141
 Myriapoda (Tausendfüßer) 557 t
Myrmara chne formicaria (Amei-
 senspinne) 415* 422 546 t
 Mysida 555 t
 Mysidacea (Spaltfüßer) 555 t
 Mysida 555 t
Mysis relicta 501 555 t
 Mystacacaria 551 t
 My-Symbionten 127
Mytilicola intestinalis (Muschel-
 darmkrebs) 461
Mytilina mucronata 305/306*
 537 t
Mytilus edulis (Echte Mies-
 muschel) 461
 – *galloprovincialis* (Mittelmeer-
 Miesmuschel) 461
Myxilla rosacea 526 t
Myxillidae 526 t
Myxobolidae 524 t
Myxobolus 107* 524 t
 – *pfeifferi* 133 524 t
 Myxosporidia 132 f 524 t
Myxostoma 370* 541 t
 – *cysticum* 371 541 t
 Myxostomida (Saugmünder) 541 t
 Myxostomidae 541 t
 Nabe 418
 Nachahmen 73
 Nachbarschaftswirkung (Induk-
 tion) 40 f
 Nacheinander-Abhandeln 77
 Nachkommen 42 44
 Nachkommenschaft 49
 Nachsingen 69
 Nachspotten 68
 Nachtfalter 35
 Nacht-Solifugen 424
 Nackenrüsen 100
 Nacktamöben (Amoebina) 104 ff
 109 522 t
 Nacktmünder (Gymnostomata)
 128 523 t
 Nacktschnecken 188
Nacobus 342 538 t
 Nadelbildnerzelle 141*
 Nadeln (Spicula, Sklerite) 143 155
 157 f 160 162 164
 Nadelwälder 51
Naegleria 105 522 t
 Naganaseuche 99 99*
 Nagetiere 41 53 131 137
 Nährpolypen (Trophozoiden,
 Autozoide) 182 186* 189 189*
 190 192 193 f 193* 205 232 245 f
 249 251 255 ff
 Nährsalze 57
 Nährstoffarme Seen (Oligotrophe
 Seen) 51
 Nährstoffe 32
 Nahrungsaufnahme 36 90 97 f 125
 131
 Nahrungsbläschen 87* 103 123
 Nahrungsfilter 447
 Nahrungsreserven 140
 Nahrungsspezialisten 70
 Nahrungsstoffe 30
 Nahrungsteilchen 96
 Naiden (Naididae) 372
 Naididae (Wasserschlangler) 372
 542 t
 Nandus 55
 Nannastacidae 556 t
Nannognathia exigua 311 535 t
 Narkomedusen (Narcomedusae)
 182 207 ff 529 t
 Nasentierchen (*Didinium nasu-*
tum) 123 305 306* 523 t
 Nasenwurm (*Linguatula serrata*)
 392 396* 543 t
 Nashornkäfer 102
 Nasselaria (Korbstrahlige) 523 t
 Natantia (Garnelenartige Lang-
 schwanzkrebse) 552 t
 Nationalparks 20
 Naturlandschaften 51
 Natürliche Auslese (Selektion)
 44
 Natürliches System 82
 Naturschutzbehörden 52
 Naturschutzpark 52
 Naupliusauge 464 478
 Naupliuslarve 434
Nausithoe punctata 183* 529 t
 – *rubra* 183* 214 529 t
 Navicula 116
 Nearktische Subregion (Unter-
 region) 54 54 k
Nebalia 483 552 t
Nebaliopsis typica 483 552 t
 Nebenaugen 448
 Nebeneinander-Sehen 77
 Nebennieren 32
 Nebennierenmark 33
 Nebenzwischenwirt 300
Necator americanus (Todeswurm)
 344 539 t
Nectonema 354 539 t
 Nectonematoidea 539 t
 Negative Geotaxis 124 f

- Negativer Lichtückenreflex 441
 Nektar 30 53
 Nektarvögel 55
 Nektorkorallen (*Caryophylla*)
 231 f 530 t
 Nelkenwurm (*Caryophyllaeus*
laticeps) 310 535 t
 Nematostomidae 547 t
 Nematohelminthes (Schlauch-
 würmer) 324
 Nematizid 341
 Nematocarinidae 553 t
 Nematoda (Fadenwürmer) 537 t
Nematodirus battus 339 539 t
 Nematomorpha (Saitenwürmer)
 539 t
 Nematophora 557 t
Nematocelis 486 552 t
 Nematozysten (Nesselkapseln,
 Cniden) 179 186 189 f 195 211
 217 223 235 245 259
 Nemertini (Schnurwürmer) 535 t
Neoplectana 343 538 t
 Neobiosina 547 t
 Neoblasten 285
Neodasya 328 536 t
 Neogossidae 536 t
Neomysis integer 501* 555 t
 Neophora (Neu-Eiträger) 533 t
 Neorhabdocoela (Neu-Stabdarm-
 ler) 534 t
 Neotanaididae 556 t
 Neotenie 287
 Neotropische Region 54 k 55
 Nephridialschläuche (Nieren-
 schläuche) 472
 Nephridien (Nierenorgane) 33 388
Nephrops norvegicus (Kaiserhum-
 mer) 451* 459* 460* 489 553 t
 Nephthyidae 540 t
 Neptungras (*Posidonia oceanica*)
 161
 Neptungsheim (*Diploria*) 228
 234 531 t
 Neptungsheim 234
 Nereidae (= Lycoridae) 365 540 t
 Nereimorpha 540 t
Nereis 364 540 t
 – *diversicolor* 366 373* 540 t
 – *virens* 366 540 t
 Nerillidae 541 t
 Nerven 29 36 66
 Nervenbahnen 36
 Nervenbrücke 322
 Nervenendigungen 34
 Nervenregeneration 30
 Nervenfasern 28 f 36
 Nervenfortsatz 34
 Nervengeflecht 281
 Nervengift 98 419
 Nervenknoten 85
 Nervennetz 176
 Nervenstränge, längsverlaufende
 (Konnektive) 362
 Nervensystem 40 130 174* 221
 258 f
 –, rechtwinkliges (orthogonales)
 282
 –, sympathisches 33 37
 Nervenverhaltensforschung
 (Neuroethologie) 79
 Nervenzellen (Neuronen) 25 29
 33 35 ff 41 176
 – – Fortsätze 29 36
 Nervenzentrum 36 f
Nervus recurrens 65
 Nerz 298

- Nesselapparat 211
 Nesselbatterien 179 182 193* 219 232 234
 Nesseläden 133 224
 Nesselgift 210
 Nesselkapseln [Cniden, Nematozysten] 53 133 174* 179 186 189 f 194 f 211 217 223 235 245 259
 Nessellose Hohltiere [Acnidaria] 258 532 t
 Nesselquallen [Cyanea] 530 t
 Nesseltiere [Cnidaria] 133 167 169 176 177 527 t
 Nesselverletzungen 211
 Nesselzellen 179 205 213 222 224 227 230 259
 Nestbau 65
 Netzbau 418
 Netzfäden 418
 Netzfaserschwämme [Cornacuspogonidae] 139 144 145* 154 163 165 526 t
 Netzfänger 156
 Netztypen 417
 Neubildungen [Regenerationen] 41
 Neubildungsfähigkeit [Regenerationsfähigkeit] 187
 Neu-Eitrag (Neoophora) 285 287 533 t
 Neugiertiere 70
 Neumünder, Neumundtiere [Deuterostomia] 81 273
 Neurit (Axon) 35
 Neuroethologie [Nervenverhaltensforschung] 79
 Neuronen [Nervenzellen] 25 29 33 35 ff 41 176
 Neurosekretorische Zellen 33
 – Zellinseln 478
 Neurula 40*
 Neu-Stabdärmler [Neorhabdocoela] 286 288 534 t
 Nichterblinde [phänotypische] Geschlechtsbestimmung 39
 Nickbewegungen 313
 Nicktiere 313
 Nicolai, Jürgen 69
 Niedere Krebse (Entomostraca) 436 ff
 Niedere Tiere 29 f
 Nieren 25 29 33
 Nierenkanälchen 29
 Nierenkanäle [Metanephridien] 358
 Nierenorgane [Nephridien] 388
 Nierenschläuche [Nephridialschläuche] 472
 Nierenschwamm [Chondrosia reniformis] 162 526 t
 Nilperle 55
 Niphargellus 502 555 t
 Niphargopsis 502 555 t
 Niphargus [Brunnenkrebse] 502 555 t
 Noctiluca miliaris 88* 97 521 t
 Noctilucidae 521 t
 Nodosaria spinicosta 93* 522 t
 Nomenklatur, binäre 83
 –, tertiäre 84
 Nomeus gronovi 194
 Noradrenalin 33
 Nordamerikanischer Lungeneigel [Paragonimus kellicotti] 298 534 t
 Nordische Zylinderrose [Cerianthus lloydii] 236 531 t
 Nordpolexpediton André 347
 Nordseegarnele [Cragon crangon] 487 553 t
 Norwegischer Hummer [Nephrops norvegicus] 489
 Nosema apis 134 524 t
 – bombycis 134 524 t
 Nosema-Seuche 134 f
 Nosematidae 524 t
 Notodromus monacha 455 550 t
 Notommata allantois 325* 537 t
 – copeus 326* 331* 537 t
 Notommatae 537 t
 Notoplana longistyleta 296* 533 t
 Notostraca [Rückenschaler] 549 t
 Nucleolus [Kernkörperchen] 27* 87*
 Nuda [Mützenquallen] 258 269 f 533 t
 Nummulitenkalk 110
 Nummulites orbiculatus 93* 522 t
 Nutztiere 293
 Nyctotherus cordiformis 130 524 t
 Nygolaimus 538 t
 Nymphonidae 548 t
 Nynanthe 530 t
 Obelia [s. auch Laomedea] 206* 529 t
 Oberarmknochen 44
 Oberhaut [Epidermis] 470
 Oberhäutchen [Cuticula] 329 397
 Oberkiefer 44
 Oberschlundganglion 389
 Obstbaum-Spinnmilbe [Panonychus ulmi] 430 437* 548 t
 Ocellen [Lichtsinnorgane] 188
 Ochridaspogonia rotunda 164 527 t
 Ochromonadidae 521 t
 Octocorallia [Achtstrahlige Korallen] 178 221 226 236 254 531 t
 Octomitus muris 101 522 t
 Octopus vulgaris 186
 Octorchis [= Campanopsis] genbaueri 207 529 t
 Octotrocha speciosa 325* 537 t
 Ocypode [Sandkrabben] 476* 497 554 t
 Ocypodidae [Renn- und Winkerkrabben] 497 554 t
 Odontopleurida 544 t
 Odontosyllis 365 540 t
 Oerstedtia 536 t
 Öffnungen [Stigmen] 423
 Ohrenqualle [Aurelia aurita] 183* 217 530 t
 Ohrenquallen [Aurelia] 183* 211 217 530 t
 Oken, L. 130
 Ökologie 49
 Olenellus 397* 543 t
 Olenus 382* 544 t
 Oleonides 402 544 t
 Oligacanthorhynchidae 539 t
 Oligochaeta [Wenigborster] 542 t
 Oligotricha [Wenigbewimperte] 130 f 524 t
 Oligotrophe Seen [Nährstoffarme Seen] 51
 Olindias phosphorica 192 198* 528 t
 Öltierchen-Arten 111
 Ommatidien [Einzelaugen] 478
 Onchocerca 539 t
 Oncholaimoidea 538
 Oncomelania 299
 Oncopoda [Krallenfüßer] 387
 Oniscidae 557 t
 Oniscoidea [Landasseln] 557 t
 Oniscus asellus [Mauerassel] 496* 505 557 t
 Ontogenese [Individuelle Entwicklung, Entwicklung des Einzeltiers] 39 176
 Onychium [Krallen] 388 390 ff
 Onychophora [Stummelfüßer] 81 387 ff 391 397 543 t
 Onychopoda [Krallenfüßer] 549 t
 Onychura [Krallenschwänze] 549 t
 Oostegien [Brutplatten] 501
 Oozysten [Eikapseln] 118
 Opalina dimidiata 103 522 t
 – ranarum 103 103* 522 t
 Opalinina 101 103 122 129 522 t
 Opercularia 129 524 t
 Opheliidae 541 t
 Ophrydium versatile 129 524 t
 Ophryotrocha puerilis 39
 Ophrys 64
 Opisthondria 557 t
 Opisthopora 542 t
 Opisthorchidae 534 t
 Opisthorchis felinus [Katzenleberegel] 297 534 t
 – viverrini [Hinterindischer Leberegel] 297 534 t
 Opisthosoma [Hinterkörper] 403 ff
 Opisthobranchia [Hinterkiemensschnecken] 223
 Opossum 55
 Optische Auslöser 62
 – Reize 63
 Oralpapillen [Mundpapillen] 388
 Orbiinidae 541 t
 Orchestia gammarellus [Küstenhüper] 502 555 t
 Ordnungen 43 84
 Organanlagen 39
 Organe 25 29 33 36 f 39 f 44 49 89
 –, birnenförmige 282
 –, gleichartige (seriale Organe) 468
 Organelle [Zellorgane] 27 f 89 ff 101 123 130
 Organentwicklung 41
 Organsysteme 29
 Orgelkorallen [Tubiporidae] 247 531 t
 Orientalisch-australisches Zwischengebiet [Wallacea] 54 k
 Orientalische Region 54 k 55
 Orientbeulen 100
 Orientierungsbewegungen 60 f
 Orientierungsfähigkeit 489
 Ornithocercus magnificus 88* 521 t
 Oronectes limosus [Amerikanischer Flußkrebse] 490 553 t
 Orthognatha [Vogelspinnen i. w. S.] 545 t
 Orthogonales Nervensystem [Rechtwinkliges Nervensystem] 282
 Orthonectida 138 525 t
 Ortsveränderung 186
 Oscarella lobularis [Fleischschwamm] 161 526 t
 Oscarellidae 526 t
 Osche, G. 300 392
 Oscularrohr [Ausfuhröffnung] 139 142 f 153
 Osmoregulation 336
 Ossenbeck 100
 Ostasiatischer Lungeneigel [Paragonimus westermani] 298 534 t
 Osten, von 76
 Ostien [Einstromöffnungen] 477
 Ostküstenfieber [Afrika] 136
 Ostracoda [Muschelkrebse] 550 t
 Ostseegarnele [Palaemon squilla] 488 553 t
 Otomyphonemertes 536 t
 Owen, Richard 160
 Oweniidae 541 t
 Oxycephalidae 556 t
 Oxydation, biologische 30
 Oxyrhyncha 554 t
 Oxyuris equi [Pferde-Madenwurm] 339 539 t
 Ozyptila 422 546 t
 Paarhufer 44
 Paarung 116
 Paarungsorgane 282
 Paarungsritual, Afterskorpione 423
 Paarungsstrib 65
 Paarungstypen 126
 Paarungsverhalten 282
 Pachastrellidae 526 t
 Pachymyrmex ferrugineus 515 558 t
 Paguridae [Meeres-Einsiedlerkrebse] 490 554 t
 Pagurus calidus 495* 554 t
 Paläarktische Subregion [Unterregion] 54 54 k
 Palaemon squilla [Ostseegarnele] 488 553 t
 Palaemonidae 488 553 t
 Palaemonoida 553 t
 Palaeoacanthocephala 539 t
 Palaeocaris 435 552 t
 Palaeolimulus 405 544 t
 Palaeomerus 405 544 t
 Palaeonemertini 535 t
 Palaeophonous [Altskorpione] 406 544 t
 Paläogeographie 172
 Paläoklimatologie 172
 Paläontologie 81 f
 Paleen [Schaufelborsten] 369
 Palinuridae [Langusten] 488 553 t
 Palinurus argus 488 553 t
 – vulgaris [Europäische Languste] 454* 460* 488 553 t
 Pallas, Peter Simon 83
 Pallenidae 548 t
 Palmbohrer 342
 Palmendiehl [Birgus latro] 491 493* 554 t
 Palpatores [Weberknechte i. e. S.] 547 t
 Palpen [Taster] 363
 Paludicola [Süßwasserplanarien] 534 t
 Pancarida 555 t
 Pandalidae 553 t
 Pandaloida 553 t
 Pandalus borealis 487 553 t
 Pandeidae 528 t
 Pandinus 413 544 t
 – Imperator [Kaiserskorpion] 393* 407* 413 544 t
 Panonychus ulmi [Obstbaumspinnmilbe] 430 437* 548 t
 Panseninfusorien [Entodiniomorpha] 131 524 t
 Pansporoblasten [Sporenbildungszellen] 133
 Pantachodon rubrum 208 529 t
 Pantopoda [Asselspinnen] 548 t
 Pantoffeltierchen [Paramecium] 57

- 90 108* 123 123 ff 128 130 305 306* 523 t
Panulirus ornatus 473* 553 t
 Panzer 97 110 398
 Panzergeißler (Dinoflagellata) 97 f 115 521 t
 Panzerkrebse (Astacura) 489
 Panzerung 390
 Papageifische 230
 Papillen (Warzen) 337 387
Parachordodes tolosanus 554 539 t
Paracalinus marmoratus 156
 Paradiesvögel 55
Paradoxides 401 543 t
Paragonimus kellicotti (Nord-amerikanischer Lungenegel) 298 534 t
 – *westermanni* (Ostasiatischer Lungenegel) 298 534 t
Paragorgia arborea 251 532 t
Paracyonium elegans 262* 531 t
Paralithodes cantabrigia 491 554 t
 Parallelenentwicklung 59
Paramaecium s. *Paramecium*
Parametium (Pantoffeltierchen) 90 108* 123 123 ff 128 130 305 306* 523 t
 – *aurelia* 113* 124 523 t
 – *bursaria* (Grünes Pantoffeltierchen) 124 126 523 t
 – *caudatum* 124 126
Paramuricea chamaeleon (Violette Hornkoralle) 243* 244* 252 532 t
Paranthipathes larix 235 531 t
 Parapodien (Stummelfüße) 362 f
 Parasellidae 557 t
 Parasiten (Schmarotzer) 30 50 52 64 82 f 90 f 98 f 100 ff 106 109 115 ff 120 128 130 132 134 138 155 208 266 391 f 396 403
 Parasitidae 547 t
 Parasitiformes (Schmarotzermilben) 547 t
Parasitylenchus 343 538 t
 Parastacidae 489 553 t
 Paratanidae 556 t
Paratylenchus 341 538 t
Parazoanthus axinellae (Gelbe Krustenanemone) 45* 204* 236 531 t
 Pärchenegel (Schistosomidae) 298 534 t
 Parenchym (Füllgewebe, Zwischenstengewebe) 273 f
 Parenchymalalveole 154
 Parentalgeneration (Elterngeneration) 27 43*
Parerathropodium coralloides (Trugkoralle) 251 532 t
 Parkvögel 52
Parmula browni s. *Drulia browni*
 Parthenogenese (Jungfernzeugung) 38
 Parthenopidae 554 t
Parvancorina 81
Paupopoda (Wenigfüßer) 558 t
Paupopoda silvaticus 514 514* 558 t
 Pasiphaeidae 553 t
 Pasiphaeidae 553 t
 Pasteur, Louis 134
 Pawlow, Iwan 67
Peachia 225 530 t
Pectinaria koreni (Köcherwurm) 368 541 t
 Pectinariidae (= Amphictenidae) 541 t
 Pedalium 213
 Pedicellinidae 535 t
 Pedipalpen-Gliedmaßenpaar 404
 Pedipalpi (Skorpionspinnen) 545 t
 Pedipalpus 432
 Pedunculus 254
Pegantia 208 529 t
 Peitschenwurm (*Trichuris trichiura*) 334 538 t
Pelagia noctiluca (Leuchtqualle) 215 f 529 t
 Pelagial 51
 –, abyssales 51
 Pelagiidae 529 t
 Pelagische Tierwelt 56
Pelomyxa binucleata 104* 522 t
 – *palustris* 105 522 t
Peltogasterella 468 552 t
 Penaeidae 552 t
Penaeus setifer 487 552 t
 – *triscutatus* 487 552 t
Penares helleri 526 t
Penella balaenoptera 463 551 t
Peneroplis pertusus 107* 522 t
 – *planata* 93* 522 t
 Penetrante (Durchschlagkapseln, Stenotele) 179 187
 Penis (Begattungsglied) 275
 Pennariidae 527 t
Pennatula phosphorea (Leuchten- de Seefeder) 256 262* 263* 532 t
 Pennatularia (Seefedern) 245 254 ff 532 t
 Pentacola (Tiere mit fünfteiliger Leibeshöhle) 85
 Pentastomida (Zungenwürmer) 391
 Pepsin 31
 Peptidasen 31
 Peracarida (Ranzenkrebse) 555 t
 Peraeopoden (Schreitbeine) 471
Peternema trichophorum 88* 95 521 t
 Peranemidae 521 t
Percilia gilissii 156
 Pergamentwurm (*Chaetopterus varipodatus*) 368 368* 541 t
Periclimenes petersoni 488 553 t
 Periderm 181
 Peridermhülle 187 190 205 f
Peridinium diversgens 88* 521 t
Perigonimus 184* 528 t
 Peripatidae 389 389* 543 t
 Peripatopsidae 389 543 t
Peripatopsis moseleyi 376* 543 t
Periphylla regina 214 529 t
 Peristaltik 31
 Peristom (Mundscheibe) 178 185 191 210 ff 224 227 f 234 363
 Peritricha (Glockentierchen) 129 524 t
 Perniciosa (Tropenfieber) 120
 Personen 192 196
 Personengruppe (Cormidium) 193 ff
 Petalophthalmidae 555 t
Petrobionta massiliana 159 525 t
 Pfahlmuschel (*Mytilus edulis*) 461
 Pfahlnadel 161
 Pfau 60
 Pfauenbalz 60 64
 Pfaufasan 60
 Pfeilschwanzkrebse (*Trachypheus, Carcinoscopus*) 411 544 t
 Pfeilwürmer (Chaetognatha) 85 273
 Pferde 75 f 100 131 137
 Pferdeaktinie (*Actinia equina*) 222 225
 Pferdeartige, Stammbaum 43
 Pferdeegel (*Haemopsis sanguisuga*) 381* 385 543 t
 Pferde-Madenwurm (*Oxyuris equi*) 339 539 t
 Pferdeschwamm (*Hippospongia communis*) 157 165 527 t
 Pfirsichblattlaus 119
 Pflanzen 25 ff 42 53 57 64 89 91 105
 Pflanzenfadenwürmer 339 341 f
 Pflanzenmonaden (Phytomonadina) 98 521 t
 Pflanzenparasiten 336*
 Pflanzenreich 26 82 85 89 91 96
 Pflanzenschmarotzer 334
 Pflanzensystem 31
 Pfungst 76
 Phacopida 544 t
 Phacops 402 544 t
 Phacus 95 95* 521 t
 Phaeodaria 523 t
 Phagozytose 144 477
Phakellia ventillabrum 166* 527 t
Phalangida (Weberknechte) 547 t
 Phalangiidae 547 t
 Phalangium 427 547 t
 – *opilio* (Gemeiner Weberknecht) 400* 428 547 t
 Phänotypische (nichterbliche) Geschlechtsbestimmung 39
 Phänotypus 43
 Pharetronida 158 f 525 t
 Pharyngidae 542 t
 Pharyngobdellae (Schlundegel) 543 t
 Pharynx (Schlund) 281
 Phasmodia s. *Secernentea*
Phasolosoma 359 540 t
 – *granulatum* 358* 359 540 t
 – *lurco* 359 540 t
Pheronema raphanus 160* 526 t
Philodina citrina 305/306* 536 t
 Philodiniidae 536 t
 Phlebotomus 100
 Phliasidae 555 t
 Pholcidae (Zitterspinnen) 421 545 t
 Pholciformia 545 t
Pholcus phalangioides 415* 421 545 t
 Phomocoria 419 546 t
 Phosphatgruppe 41
 Photidae 555 t
Photinus 63
 Photosynthese 91 f
 – Farbstoff 92 97
Photurus 63
 Phoxichilidiidae 548 t
Phragmatopoma 369 541 t
 Phreatoicidae 557 t
 Phreodrilidae 542 t
 Phreoryctes s. *Haplotoxix*
 Phromimidae 556 t
 Phrynelox scaber 63
 Pthiniorhabdina 526 t
 Pthiracaridae 548 t
Phtisica marina (Gespenstkrebs) 503 555 t
 Phyllocarida 552 t
 Phyllocoptidae 548 t
 Phyllococe 366 540 t
 Phyllocodidae 366 540 t
 Phyllopoda (Blattfüßkrebse) 549 t
 Phylogenese (Stammesgeschichte) 22 27 30 34 f 38 43 f 49 52 59 f 80 ff 84 89 91 f 126 131 f 138 f 177 387 404 ff
Physalia physalis (Seeblase) 194 198* 271* 528 t
 Physaliidae 528 t
Physcosoma granulatum 302* 540 t
 Physiologische Mechanismen 65
Physophora hydrostatica 195 271* 528 t
 Physophoridae 194 528 t
 Phytomonadina (Pflanzenmonaden) 98 521 t
 Piekarski 119
 Pigmentbecher (Augenbecher) 478
 Pigmentflecke 337
 Pilidium (Fechterhuthlarve) 323
 Pilzkoralle (*Fungia fungites*) 232 531 t
 Pilzkorallen (*Fungia*) 226 229 531 t
 Pinacocyten (Plattenzellen) 141 f 159
 Pinguine 55
Pinnotheres pisum (Muschelwächter) 492 493* 554 t
 Pinnotheridae 492 554 t
 Pinselfüßer (*Polysenus lagurus*) 509* 512 557 t
 – (Pselaphognatha) 512 512* 557 t
 Piroplasmen 137
 Piroplasma 136 525 t
Pisaura 420 546 t
 – *listeri* 420 546 t
 Pisauridae 546 t
Piscicola geometra (Gemeiner Fischegel) 376* 381* 385 542 t
 Piscicolidae s. *Ichthyobdellidae*
 Pistolenkrebse (Alpheidae) 487
 Pl-Symbionten 127
Pithecanthropus-Stufe 26
Planaria torva 281* 534 t
Planctonema gigantissimum 334 539 t
Planes minutus (Kolumbus-Krabbe) 499 554 t
 Planula 80 176 177* 180 ff 181* 189 ff 206 209 211 ff 215 f 218 227 231 f 247 249 251 254 256 260
 Planula-Theorie 80 f
 Plasmaverbindungen 29
 Plasmochin 121
 Plasmodien 120
Plasmodium 53 119 133 523 t
 – *falciparum* 120 523 t
 – *malariae* 120 523 t
 – *ovale* 120 523
 – *vivax* 114* 120 523
 Plastiden 92
 Plathelminthes (Plattwürmer) 274 ff 533 t
 Platte Rippenquallen (Platyctenidae) 268 532 t
 Plattenegel (Glossiphoniidae) 384
 Plattenzellen (Pinacocyten) 141 f 159
 Plattwürmer (Plathelminthes) 274 ff 278* 533 t
 Platyrrhidae 557 t
 Platycoxa 550 t
 Platyctenidae (Platte Rippenqualle) 268 532 t
Platys quadricornis 305/306* 536 t

- Platyrrhacus* 509* 513 557 t
 Platyseclidae s. Typhidae
 Plazenta 389
Plectus 537 t
Pleocercoid (Vollfinne) 310
Pleon (Hinterleib) 469
Pleopoden (Hinterleibsfüße, Schwimmbelne) 469 471 503
Pleospogon (Archaeocyatha) 139 169 525 t
Plerocercoid 303 309
Plesiopora 542 t
Pleuren (Seitenteile) 401
Pleurobrachia pileus (Seestachelbeere) 258 265 271* 277* 532 t
Plinius 82
Ploima 536 t
Plumularidae 206 529 t
Plustyp 126
Pneumatophor (Gasblase) 194
Podoceridae 555 t
Podocopa 550 t
Podocopida 550 t
Podocoryne carnea 190 528 t
Podon 449 549 t
Podophthalmus vigil 492 554 t
Podoplea 550 t
Poecillastra compressa 526 t
Poecilochiridae 547 t
Pogonophoren 31
Poikilohabidina 526 t
Poikilotherme Tiere (Wechselwarme Tiere) 32
Pol, vegetativer 176
Polarisiertes Licht 479
Polfäden 107* 133 ff
Polkapselkerne 133
Polkapseln 107*
Polstermilbe (*Glyciphagus domesticus*) 431
Polyartha 332 537 t
Polycelis cornuta 281* 287 534 t
 — *nigra* 281* 534 t
Polychaeta (Vielborster) 540 t
Polychelidae 553 t
Polycope 449 550 t
Polydesmida (Bandfüßer) 557 t
Polydesmus complanatus (Abgeplatteter Bandfüßer) 509* 513 557 t
Polyembryonie 292
Polygordiidae 541 t
Polymastix milliaris 162 526 t
Polymastigina 101 f 522 t
Polymastiidae 162 526 t
Polycephalus 356 539 t
 — *boschadis* 356 539 t
Polynoe scolopendrina 367 540 t
Polyp der Scheibenquallen (Scyphopoly) 209 ff 214 f 218 f
 —, thekater 186*
Polypare 177
Polypen 178 ff 178* 185 ff 186* 191 210 212 220 ff 226 ff 230 ff 245 f 252 f 256 ff
 —, schwimmende 254
Polypengeneration 187 f 218
Polypenkolonie 211
Polypenköpfchen 180* 191*
Polypenlaus (*Trichodina pediculus*) 113* 129 524 t
Polyphemidae 549 t
Polyphemus pediculus 444* 449 451* 549 t
Polyploidie (Kernschleifensatz-Vervielfachung) 348
Polypodium 208 529 t
Polystoma integerrimum (Harnblasen-Saugwurm) 292 534 t
Polystomella aculeata 93* 522 t
 — *crispa* s. *Elphidium crispum*
Polythalamia (Vielkammerige) 110
Polyxenus lagurus (Pinselfüßer) 509* 512 557 t
Pomphorhynchidae 539 t
Pomphorhynchus 356 539 t
Pontarachnidae 548 t
Population (Tiere einer Bevölkerung) 38
Poracephalida 543 t
Porcellana 459* 554 t
 — *platycheles* 476* 554 t
Porcellanopagurus (Porzellankrebse) 490 554 t
Porcellio scaber (Kellerassel) 505 505* 557 t
Porcellionidae 557 t
Poren 144 153 173* 257
Porenplattenorgane 35
Porensystem 219
Porentierchen (Forminifera) 81 110
Porenzelle 144
Porites (Lochkorallen) 234 531 t
Poritidae (Lochkorallen) 234
Porozysten 142
Porpita porpita 205 528 t
Portugiesische Galeere (*Physalia physalis*) 194 528 t
Portunidae (Schwimmkrabben) 492 554 t
Portunus (Echte Schwimmkrabben) 459* 492 554 t
Porzellankrebse (*Porcellanopagurus*) 490 554 t
Posidonia oceanica (Neptungras) 161
Positive Geotaxis 125
Positiver Lichttrübenreflex 442
Posthörnchenwürmer (*Spirorbis*) 369 541 t
Posthornschncke 372
Potamidae (Süßwasserkrabben) 492 554 t
Potamon 492 554 t
Pottwal 334
Prägung 68
Präpariermikroskop 111
Pratylenchus 341 538 t
Praxinus 501 555 t
Praya diphyes 271* 528 t
Prayidae 528 t
Priapwürmer (Priapulida) 357 f 539 t
Priapulida (Priapwürmer) 539 t
Priapulius caudatus (Einschwänziger Priapwurm) 357* 358 358* 539 t
Primäre Sinneszellen 34
 — (ursprüngliche) Leibeshöhle 357
Primärpolyp 180 f 188 193 247 249 254 256 f
Primates (Herrentiere) 26 78
Primin 511
Prioritätsregel 84
Proales fallaciosa 305/306* 537 t
 — *vernecki* 333 537 t
Proasellus 504 557 t
Proboscifera 541 t
Proceroid (Vorfinne) 303 310
Procerodes lobata 287 533 t
Processidae 553 t
Progesteron 65
Proglottiden (Bandwurmglieder) 300
Progympnopea 55 t
Prolaktin 66
Prolaktion 33
Prolethophora 533 t
Propodoplea 550 t
Propodosoma 429
Proprioceptoren 480
Propriorezeptoren 35
Prothynchus stagnalis 533 t
Proscorpius (Altskorpione) 406
Proseriata 533 t
Prosooma (Vorderkörper) 403 ff
Prosopora 542 t
Prosopylen 143
Prosthecaerus moseley 296* 533 t
 — *roseus* 296* 533 t
Prostoma graecense 302* 323 536 t
Prostomium (Kopflappen) 363
Protacarus 406 547 t
Protantheae 530 t
Protaspistidae 401
Proteasen 223
Proterandria 557 t
Proterandrie 38
Proterosoma 424
Protisten 89 97
Protocephalon (Urkopf) 469
Protodrilidae 541 t
Protohydra leuckarti 187 198* 528 t
Protomerit 116 116*
Protomesenterien 221
Protomonadina 521 t
Protomyzostomidae 542 t
Protonephridien (Ausscheidungsorgane) 275 472
Protopalina 103 522 t
Protophyten 89
Protoplasma 104
Protoplasmahäutchen 99
Protoplasmakörper 89
Protorhabdina 526 t
Protosolpuga 406 547 t
Protospongia haekelii 98* 99 522 t
Protostomia (Urmünder, Urmundtiere) 81 273 533 t
Protozoa (Einzeller) 28 f 33 37 39 52 57 80 f 89 ff 95 f 101 104 ff 110 122 f 125 128 132 f 521 t
Protozoa 482
Protochula (Müllersche Larve) 285 ff
Protula tubularia 376* 541 t
Prozessionsspinner 58
Prüfen 70
Psammolimulus 405 544 t
Pselaphognatha (Pinselfüßer) 557 t
Pseudocumidae 556 t
Pseudomonas hirundinis 385
Pseudonavicelle 116
Pseudophyllidea 535 t
Pseudopodien (Scheinfüßchen) 57 96 103 104 104* 105 107* 110 112 115 163
Pseudoprotella phasma 496* 555 t
Pseudoscorpiones (Afterskorpione) 547 t
Psoroptidae 548 t
Pterognathia grandis 311 535 t
 — *simplex* 311* 535 t
Pterocorys rhinoceros 94* 523 t
Pteroides griseum (Graue Seeferder) 256 271* 532 t
Pteroididae 254 532 t
Pterolichidae 548 t
Pterygotus 405 544 t
Ptychopariida 544 t
Ptygura pilula 333 537 t
Pubertätswälle 379
Pugettia gracilis 476* 554 t
Pulsende Bläschen (Kontraktile Vakuolen) 90 92 123 144
Pulvinomyzostomidae 542 t
Pulsierendes Rückengefäß 388
Puma 50
Puppenstadium 40
Purpurrose (*Actinia*) 222 222 f 277* 530 t
Purpureose (*Actinia equina*) 225 530 t
Putzer-Lippfisch (*Labroides dimidiatus*) 64
Putzysimbiose 53 488
Pycnogonidae (Ufer-Asselspinnen) 432 548 t
Pycnogonum littorale (Ufer-Asselspinne) 426* 433 437* 548 t
Pygidium (Afterstück, Schwanzschild) 372 401
Pylochelidae 553 t
Pyrsymphidae 102 522 t
Python 44
Quallen 177 f 190 f 196 208 f 211 ff 218 ff
Quappenleber 310
Quappwurm (*Echiurus echiurus*) 359
Quartana 120 f
Quellen 51
Quellungszustand 30
Quergestreifte Muskelzellen 29
Quernerven 282
Querteilung (Strobilation) 185 187 210 212 f 216 220 225 232
Querverbindung (Kommissur) 362
Quese (Coenurus) 308
Quesenwurm (*Multiceps multiceps*) 308 535 t
Rachis 254
Räderorgan 330
Rädertiere (Rotatoria) 31 38 41 260 329 ff 390 536 t
Radialröhren 142 154 158
Radialkanäle 178 180 182 190 ff 205 ff 215 217
Radiata (Hohltiere) 176
Radioaktive Strahlung 155
Radiolarien (Radiolaria) 91 97 112 115 523 t
Radiolarienschlamm 112
Radiolarienskelett 112
Radiowellen 34
Radnetze 418
Radnetzspinnen i. e. S. (Araneidae) 421 545 t
Radopholus 341 538 t
Ragwurzhordene 64
Randanker 212
Randsaum (Velum) 174*
Rankenfüße 466
Rankenfüßer (Cirripedia) 82 434 f 551 t
Rankenfußkrebse 31
Ranzenkrebse (Peracarida) 501 555 t
Rasenkoralle (*Cladocora cespitosa*) 233 238* 531 t
Rassehund 137
Rassen 84
 —, geographische 84
Rathkeidae 528 t
Ratten 52 69 101 118
Ratulidae s. *Trichocercidae*
Raubfische 64

- Raubtiere 41 49 118
 Raubwanzen 99
 Räude 431
 Raupen 40
 Raupenfliegen 52
 Ray, John 82
 Réaumur 186
 Rebläuse 30
 Rechtswinkliges Nervensystem
 (Orthogonales Nervensystem)
 282
 Recidive (Rückfälle) 121
 Redien 293
 Redlichia 543 t
 Reduktionsteilung 38 117
 Reflex, bedingter 67
 Reflexbahnen 36
 Reflexe 36 f
 Regen, J. 62
 Regenerationen (Neubildun-
 gen) 41 185 f
 Regenerationsfähigkeit (Neu-
 bildungsfähigkeit) 187
 Regenwälder 51
 Regenwürmer 30 35 38 116 371*
 Regenwurm-Gregarinen 117
 Regionen, tiergeographische 54 k
 Regulationskeime 260
 Rehe 293
 Reifehäutung 512
 Reifeteilung 38 38* 42 112 126
 Reighardia 392 543 t
 Reinerbigkeit 42
 Reisanbau 121
 Reiterkrabben (Ocypode) 497
 Reize 62
 —, chemische 34 90 124 259
 —, elektrische 153
 —, mechanische 34 90 153
 —, optische 63
 Reizgruppen 35
 Reizsituationen 61
 Reizsinneseinrichtungen 62
 Remane, Adolf 192 327
 Ren 55
 Renilla amethystina 271* 532 t
 Renillidae (Seestiefmütterchen)
 257 532 t
 Renn- und Winkerkabben
 (Ocypodidae) 497 554 t
 Rensch, Bernhard 79
 Reptantia (Ritterkrebse) 553 t
 Reservestoffe 28
 Reservewirt 100
 Resilin 397
 Resochin 121
 Resorption 31
 Reticula nyssa 325* 537 t
 Reticulum, endoplasmatisches 27
 Revier (Eigenbezirk) 62 70
 Revierverhalten 70 74
 Rhabdite 280
 Rhabditida 538 t
 Rhabditis 538 t
 Rhabdostichus 445 549 t
 Rhachis (Spindel) 401
 Rhadinaphelenchus cocophilus
 (Kokospalmenälchen) 341 538 t
 Rhagodes 427 547 t
 Rhagodidae 427 547 t
 Rhesusaffen 71 72*
 Rhipicephalus appendiculatus 136
 Rhipidogorgia flabellum (Venus-
 fächer) 253 532 t
 Rhizocephala (Wurzelkrebse)
 552 t
 Rhizochrysis 89 552 t
 Rhizochrysidae 521 t
 Rhizophysidae 528 t
 Rhizopoda (Wurzelfüßer) 89 103 f
 111
 Rhizostomae (Wurzelmundqual-
 len) 212 218 ff 530 t
 Rhizostoma octopus (Blumen-
 kohlqualle) 198* 219 530 t
 — pulmo (Lungenqualle, Wurzel-
 qualle) 183* 219 272* 530 t
 Rhodaliidae 528 t
 Rhopalonema velatum 208 529 t
 Rhopalura 138* 525 t
 Rhopilema esculenta 220 530 t
 Rhynchobdellae (Rüsselegel) 542 t
 Rhynchocoelia (Rüsselhöhlen-
 tiere) 318
 Rhynchocoelom (Rüsselhöhle) 318
 Rhynchodemus terrestris 288 534 t
 Rhynchonympha 102 522 t
 Ribunokleinsäure 125
 Ribosomen 27 f
 Richthofenia 170
 Richtungsfach 221
 Ricket 256
 Riechgruben 209
 Riechzellen 34 f
 Riedl 253
 Riemenbandwurm (Ligula intesti-
 nalis) 310 535 t
 Riesenaktinien (Stoichactis) 225
 530 t
 Riesenborster (Eunice gigantea)
 365 540 t
 Riesen-Darmegel (Fasciolopsis
 buski) 297 534 t
 Riesenhirsche 49
 Riesenkratzer (Macracanthorhyn-
 chus hirudinaceus) 356 539 t
 Riesenkugler (Sphaerotheriidae)
 509* 513 557 t
 Riesenläufer (Scolopendromor-
 pha) 515 558 t
 Riesen-Leberegel (Fasciola gigan-
 tica) 294 534 t
 Riesenregenwurm (Megascolides
 australis) 379 542 t
 Riesenschlangen 44
 Riesenskorpione (Eurypteridae)
 405 544
 Riesenwachstum 116
 Riff, fossiles 168
 Riffbauer 167 ff
 Riffbewohner 167 ff
 Riffbildner 168 234
 Riffe 139 167 ff 168* 177 229 f 233
 —, versteinerte 168
 —, vorzeitliche 172
 Riffgebiete, zentrale 167 170
 Riffgerüst 167 ff
 Riffgesteine 172
 Riffhöhlen 170
 Rifflebensgemeinschaften 169 172
 Riffkorallen 50 171 177 181 229
 231 234
 Riffkränze 168
 Riffplattform 167
 Riffrazen 169
 Rindenkorallen (Gorgonaria) 245
 532 t
 Rindenschicht 181
 Rinder 118 131 136 f
 Rinderbandwurm (Taeniarhyn-
 chus saginatus) 53 278* 299*
 300 535 t
 Ringblende (Velum) 180 f 180*
 205 ff 209 213
 Ringe (Zonite) 354
 Ringelung 391
 Ringfurchen 210 214
 Ringgefäß 178 208 219
 Ringkanal 206 217
 Ringmuskel 176
 Ringwüste 391
 Ringwürmer (Annelida) 37 39 f
 362
 Ripistes parasitica 377 542 t
 Rippen (Qualle) 259
 Rippengefäße 268
 Rippenquallen (Ctenophora) 30
 176 259 f 265 ff 532 t
 Riten, auslösende 64
 Ritterkrebse (Reptantia) 488 553 t
 Ritualisiertes Verhalten 59
 Rivulogammarus lacustris 502*
 555 t
 — pulex (Bachflohkrebs) 502
 555 t
 Rizinulei (Kapuzenspinnen) 547 t
 Robben 44 79 347
 Rochen 280
 Röhrensystem 249
 Röhrenwürmer 369
 Rollassel (Armadillidium vulgare)
 496* 505 557 t
 Röntgenstrahlen 34
 Roßegel (Limnatis nilotica) 386
 543 t
 Rostellum 303
 Rotaria 326* 536 t
 — macroceros 305/306* 536 t
 — neptunia 305/306* 325* 332
 536 t
 — rotatoria 305/306* 329* 536 t
 Rotatoria (Rädertiere) 536 t
 Rote Blutkörperchen 28 32 106
 109 114* 119 ff 136 f
 — Edelkoralle (Corallium rubrum)
 242* 243* 249 532 t
 — Landkrabbe (Gigantinus latera-
 lis) 500 555 t
 — Ruhr 118
 — Tiden (Wasserblüte) 98
 Roter Augenfleck 92 95
 Rotgesichtsmakaken 67
 Rothirsch 60
 Rotwild 294
 Rotylenchulus 342 538 t
 Rotylenchus 341 538 t
 Rouge-Ersatz 164
 Rübenzystenälchen (Heterodera
 schachtii) 342 538 t
 Rückbildungen 49
 Rückengefäß, pulsierendes 388
 Rückenmark 36 f 40
 Rückenmarktiere 81
 Rückenpanzer (Carapax) 401
 Rückenplatten (Terga, Epimeren)
 411 466 470
 Rückenschaler (Notostraca) 441
 549 t
 Rückenseite (Dorsalseite) 274
 Rückfälle (Recidive) 121
 Rückgrattiere (Chordata) 85
 Rückgriff 167 170
 Rückstoßprinzip 180 213 266
 Ruderbeine 457
 Ruderfußkrebse (Copepoda) 456
 550 t
 Ruderplättchen 258 265 267 ff
 Ruderschwanz 471
 Rudimente 44
 Rudistenriffe 172
 Rufe 62
 Rugosa (Rüsselkorallen) 169 177 f
 221 530 t
 Ruhespuren 401
 Ruhestadium 347
 Ruhmräube (Entamoeba histolyti-
 ca) 106 109 522 t
 Rumpf (Thorax) 41 178 401
 Rüsselkorallen (Rugosa) 169 177 f
 221 530 t
 Rüssel 330
 Rüssel-Asselspinne (Colossendeis
 proboscidea) 437* 433 548 t
 Rüsselegel (Rhynchobdellae) 384
 542 t
 Rüsselhöhle (Rhynchocoelom) 318
 Rüsselhöhlentiere (Rhyncho-
 coelia) 318
 Rüsselkrebse (Bosminidae) 448
 549 t
 Rüsselorgan 320
 Sabellaria spinulosa 369 541 t
 Sabellariidae (= Hermellidae)
 541 t
 Sabellidae 541 t
 Säbelzahn-Schleimfisch (Aspidon-
 tus taeniatus) 64
 Saccocirridae 541 t
 Sacculina 31
 — carcin 468 552 t
 Sactosomatinea 540 t
 Saduria (= Mesidotea) entomon
 470* 496* 556 t
 Saftkugler (Glomeridae) 513 557 t
 Sagartia 223 530 t
 Sahara-Skorpion (Androctonus
 australis) 412 544 t
 Saintschwamm (Hippospongia
 communis meandriiformis) 165
 527 t
 Saitenwürmer (Nematomorpha)
 316* 349 539 t
 Salmacina dysteri 462
 Salpa fusiformis 266
 Salpen 37 266
 Salpingoeca amphoroideum 173*
 522 t
 Salticidae (Springspinnen) 422
 546 t
 Salticus scenicus 399* 422 546 t
 Salzgehalt (Wasser) 50 f
 Salzkrebschen (Artemia salina)
 440 549 t
 Salzsäure 31
 Samenblasen 116 f
 Samenfäden 38 91 117
 Samenpakete (Spermatophoren)
 389
 Samenpflanzen 91
 Samen Tasche 38
 Samenzellen 29 37 38* 181 187
 — -Reifung 42
 Sammetmilbe (Trombidium holo-
 sericum) 426* 430 548 t
 Samoa-Palolo (Eunice viridis) 365
 540 t
 Sandbienen 64
 Sandesser 367
 Sandflughühner 59
 Sandkorallen 369
 Sandkorallenriffe 369
 Sandkrabben (Ocypode) 476* 497
 554 t
 Sandkrebse (Hippidae) 491 554 t
 Sandlückensystem (Mesopsam-
 mon) 390
 Sandmücken 100

- Sandregenpfeifer 69 74
 Sandwurm (*Arenicola marina*) 368 541 t
 Saphirkrebse (Sapphirina) 461 550 t
 Sapphirina (Saphirkrebse) 461 550 t
 Sapphirina fulgens 443* 550 t
 Sapphiriniidae 550 t
 Sarcocystis fusiformis 136 525 t
 – lindemanni 136 525 t
 – miescheriana 135 525 t
 – muris 136 525 t
 – tenella 135 525 t
 Sarcophyton ehrenbergi 240* 531 t
 – trocheliophorum 240* 242* 248 531 t
 Sarcoptes scabiei (Krätzemilbe des Menschen) 431 437* 548 t
 Sarcotidae 548 t
 Sarcotiformes 548 t
 Sarcosporidia 135 f 525 t
 Sargassum-Krabbe (*Planes minutus*) 499
 Sarsia gemmifera 188 527 t
 – tubulosa 188 527 t
 Sauerstoff 31 f 125 153 156 167 194 196 219 231 245
 Saugapparat 390
 Säugtiere 20 25 28 ff 32 ff 37 39 ff 43 f 50 54 60 65 68 73 79 118 136 f 392
 Säugtier-Fadenwürmer 344
 Säugtierschmarotzer 280 344
 Sauggruben 299
 Säugling, menschlicher 72 f
 Saugmünder (Myzostomida) 370 470 541 t
 Saugnapfe 291
 Saugkegel 506
 Saugtentakel 131 f
 Saugtieren (Suctoria) 122 129 131 f 524 t
 Saugwurmlarven 372
 Saugwürmer (Trematodes) 31 38 52 f 391 534 t
 Saumriff 168 168*
 Saville-Kent 228
 Scalpellidae 551 t
 Scalpulum scalpellum 207
 Scaphognathiten (Atemplatten) 450 455 477
 Scapholeberis mucronata 444* 448 594 t
 Scatophaga stercoraria 50
 Sceloporus undulatus (Zaunleguan) 62
 Schaben 52 102 109
 Schabensymbionten 102
 Schädlinge 430
 Schafe 118 135 f
 Schaflausfliege (*Melophagus ovinus*) 100
 Schafschmarotzer 339
 Schalarnöben (Testacea) 109 f 522 t
 Schale (Carapax) 441
 Schalen 109 ff
 Schalendrüse (Maxillendrüse) 446
 Schalenkerne 133
 Schallwellen 34
 Schamkrabben (*Calappa*) 492
 Schauaquarium 220 235
 Schaufelborsten (Paleen) 369
 Schaumstrahlänge (Spumellaria) 523 t
 Scheibenqualen (Scyphozoa) 180 209 211 f 215
 Scheibenwürmer 288
 Scheidewände 221 f
 Scheidewandpaare (Metamesenterien) 222
 Scheinfüßchen (Pseudopodien) 57 96 103 104 104* 105 107* 110 112 115 163
 Scheitelfeld (Apikalfeld) 329
 Scheitelorgan 196
 Scheitelpol 270
 Schellfische 223
 Scheltopusik 44
 Scheren 470
 Scherenasseln (Tanaidacea) 504 556 t
 Scherenfinger 489
 Scherenfüßer (Chelicerata) 403
 Scherensegment (Chelicerensegment) 403
 Scherenwinken 497
 Schiemanns Versuchsanordnung (Dohle) 78*
 Schilddrüse 30 32 f
 Schildknecht 511
 Schildkröten 20
 – Seepode (*Chelonibia testudinaria*) 467 551 t
 Schildplatten (Scuta) 466
 Schill 111
 Schimpansen 25 68 71 71* 72 72* 78 f
 Schirm 190 ff 205 209 211 ff 215 ff
 Schirmaußenseite (Exumbrella) 208
 Schirmaußenwand (Exumbrella) 178
 Schirmrand 206 ff 211 217 219
 Schirmunterseite (Subumbrella) 178
 Schistosoma haematobium (Harnblasen-Pärchenegel) 298 534 t
 – japonicum (Japanischer Pärchenegel) 299 534 t
 – mansoni (Darm-Pärchenegel) 283* 299 534 t
 Schistosomidae (Pärchenegel) 298 534 t
 Schizococcidia (Schizocokkiziden) 523 t
 Schizogonie 114* 115 f 119
 –, erythrocytäre 120
 Schizogregarinida 523 t
 Schizocokkiziden (Schizococcidia) 523 t
 Schizophyllum sabulosum 496* 509* 513 557 t
 Schlafkrankheit 101 117*
 Schlafschwämme 165
 Schlafstimmung 67
 Schlafsucht 101
 Schlammesser 367
 Schlammröhrenwürmer (Tubificidae) 134 377 542 t
 Schlammesschnecken (Lymnaeidae) 294
 Schlangen 44
 Schlängler 458
 Schlauchpolypen (Siphonozoiden) 245 f 249 251 254 ff
 Schlauchwürmer (Asc-helminthes) 316* 324 ff 536 t
 Schleienkrankheit 461
 Schleim 117 254
 Schleimdrüsegürtel 85
 Schleimfische 156
 Schleimhaut der Därme 29
 Schleimpilze 26
 Schleimzellen 280
 Schleppe 515
 Schleppegeißel 102
 Schleuderschwanz-Agave 50
 Schlund (Pharynx) 281
 Schlundegel (Pharyngobdellae) 386 543 t
 Schlundebene 258 266 268 f
 Schlundkonnective 362
 Schlundkopf 390
 Schlundwespen 52
 Schlüsselreize 23 62 f
 Schmalnasenaffen 55
 Schmarotzende Lebensweise 49
 Schmarotzer (Parasiten) 30 50 52 64 82 f 90 f 98 f 100 ff 106 109 115 ff 120 128 130 132 134 138 155 208 266 391 f 396 403
 Schmarotzerasseln (Epicaridae) 506 557 t
 Schmarotzerkrebs 461
 Schmarotzermilben (Parasitiformes) 431 547 t
 Schmarotzerseerose (Calliactis parasitica) 223 f
 Schmeckzellen 34 f
 Schmeißfliege 65
 Schmerz 67
 Schmetterlinge 30 40
 Schmidt, Oskar 370
 Schmidtsche Larve 323
 Schmuck 250
 Schmuckstücke 235
 Schmutzinfektion 106
 Schnabeligel 55
 Schnabeltier 55
 Schnecken 53 155 168 ff 265
 Schneckengehäuse 156 190 223 f
 Schneckenkanker (*Ischyropsalis*) 400* 428 547 t
 Schneckenkamm 163 236
 Schneeammer 55
 Schneehühner 54
 Schneider (Phalangida) 427
 Schnurfüßer i. e. S. (Julidae) 512 557 t
 – i. w. S. (Julida) 511 f 512* 513 557 t
 Schnurwürmer (Nemertini) 313 315* 318 ff 535 t
 Schreckreaktionen 124*
 Schreitbeine (Peracopoden) 401 471
 Schrilkeisten 470
 Schröpfegel 384
 Schubgeißel 97
 Schulmikroskop 86
 Schuppen (Elytren) 29 364
 Schuppentiere 55
 Schuppenwurm (*Lepidonotus squamatus*) 364 540 t
 Schutzzäume 52
 Schutzstoffe gegen Gifte (Antitoxine) 32
 Schwamm, liturgischer 165
 Schwämme 26 32 35 37 40 f 46* 81 85 98 f 138 140 ff 142* 144 154 156 ff 171 210 248
 – aus Kunststoffen 158
 –, Bauplan 173*
 Schwammfischerei 165 k 166
 Schwammfische 164
 Schwammriff 170 f 171*
 Schwammriffbauer 161
 Schwammenskelett 165 171
 Schwammspinnerräupchen 58
 Schwammstotzen 139
 Schwammtiere (Spongia) 139 ff 153 ff 167 525 t
 Schwammzellen 140 142 144 155 161
 Schwammzucht 166
 Schwanentierchen (*Lacrymaria olor*) 128 305 306* 523 t
 Schwanzfäden 442
 Schwanzlarven (Cercarien) 293
 Schwanzschild (Pygidium) 401 f
 Schwanzstachel (Telson) 404 f
 Schwanzzirren 130
 Schwarmbildung 194
 Schwärmer 115 122 129 131 f 138 139*
 Schwarze Korallen (Anthipathidae) 235
 – Krankheit 100
 – Witwe (*Latrodictus mactans*) 399* 421 545 t
 Schwebefortsätze 96
 Schwebefortsätze 96
 Schweben 104
 Schwebegorgone 332
 Schwebel 457
 Schwein 69 131 136 f
 Schweinebandwurm (*Taenia solium*) 301* 303 535 t
 Schwellkörper 257
 Schwerereize 34 124
 Schweresinnesorgane 480
 Schweresinneszellen 34
 Schwerstein (Statolith) 480
 Schwerewahrnehmungsorgane 480
 Schwerkraft 255
 Schwerkraftreize 90
 Schwertschwänze (Xiphosura) 403 f 406 544 t
 Schwimmbeine (Pleopoden) 405 471
 Schwimmborsten 445
 Schwimmende Polypen 254
 Schwimmten 59
 Schwimmer 458
 Schwimmglocke 193 ff 193*
 Schwimmhaare 430
 Schwimmkrabben (Portunidae) 492 554 t
 Schwimmklappen 259 266 f
 Schwimmfische 155*
 Schwimmscheibe 196 205
 Schwingungen, elektromagnetische 34
 Scinidae 556 t
 Scleraxonia 532 t
 Scoleophilus 538 t
 Scoler (Kopf) 299
 Scolopendra subspinipes 510* 515 558 t
 Scolopendromorpha (Riesensläufer) 558 t
 Scorpiones (Skorpione) 544 t
 Scorpionidae 544 t
 Scuta (Schildplatten) 466
 Scutariella didactyla 291 534 t
 Scutigera coleoptrata 496* 510* 516 558 t
 Scutigermorpha (Spinnenasseln) 558 t
 Scyllaridae (Bärenkrebse) 488 553 t
 Scyllarides 489 553 t
 – latus 460* 553 t
 Scyllarus 459* 553 t
 Scyphomedusa 174* 211
 Scyphopolyp (Polyp der Scheibenqualen) 174* 209 ff 214 f 218 f

- Scyphozoa [Echte Quallen] 177
209 529 t
- Scytalopsis djiboutiensis* 255 532 t
- Scytodiformia 545 t
- Secernentea (= Phasmodia) 538 t
- Sechsaugen (Dysderidae) 421 545 t
- Sechsstrahler 159 173*
- Sechsstahlige Korallen (Hexacorallia) 177 221 234 f 530 t
- Sechzehn-Zellen-Stadium 39*
- Sedentaria (Festsitzende Vielborster) 541 t
- See-Anemone (*Sargartia elegans*) 157
- See-Anemonen (Actinaria) 221 ff 236
- Seeblase (*Physalia physalis*) 194 198* 271* 528 t
- Seefächer (*Eunicella*) 252 532 t
- Seefedern (Pennatularia) 245 254 ff 532 t
- Seegras 166
- Seeigel, Larvenbildung 39*
- Seeigelkeime 40
- Seeigellarven 40
- Seelilien 170 f
- Seemannshand (*Alcyonium digitatum*) 245 f
- Seemannsliebchen (*Cereus pedunculatus*) 225
- Seemaus (*Aphrodite aculeata*) 364 373* 540 t
- Seemoose 181 206
- Seen 51
- , nährstoffarme (oligotrophe) 51
- Seenelke (*Metridium senile*) 199* 220 226 271* 530 t
- Seenessel (*Dactylometra quinquecirra*) 218 530 t
- Seengebiete 51
- Seenuß (*Mertensia ovum*) 265 532 t
- Seepfeile (*Funicula quadrangularis*) 257 271* 532 t
- Seepocken (Balanomorpha) 31 466 551 t
- (Cirripedia) 465 497*
- Seeraupen (Aphroditeidae) 364 540 t
- Seerose (*Actinia equina*) 50 233
- Seerosen (Actinaria) 220 222 f
- (Aktinien) 53 190
- Seeschildkröten 79
- Seeskorpione (Eurypteridae) 403 405
- Seespinnen (*Maja*) 491 554 t
- Seestachelbeere (*Pleurobrachia pileus*) 258 265 271* 277* 532 t
- Seesterne 41 230
- Seestiefmütterchen (Renillidae) 257 532 t
- Seewespe (*Chiroptalmus quadrigatus*) 213 529 t
- Segelqualle (*Velella spirans*) 195 f 198* 528 t
- Segestria florentina* 418* 545 t
- Segmentbildung (Abschnittsbildung) 358
- Segmente (Glieder, Abschnitte) 361 390 403
- Sehnen 35
- Schschärfe 479
- Sehzellen 30 34 f 391
- Seison nebaliae* 331 536 t
- Seisonida 536 t
- Seisonidea 536 t
- Seitenaugen 412
- Seitenflügel 518
- Seitenknospen 181
- Seitenorgane (Amphiden) 337
- Seitenteile (Pleuren) 401
- Sekretbläschen 87*
- Sekrete 28
- Sekundäre Leibeshöhle (Coelom) 273
- Sinneszellen 34
- Sekundärpolypen 247
- Selbstbefruchtung (Autogamie) 112 126 215
- Selbstdressur 67 70
- Selbsterworbene Begriffe 74
- Selbstverstückelung 427
- Selbstzerteilung (Autotomie) 378
- Selektion (Natürliche Auslese) 44
- Semaestomae (Fahnenquallen) 212 215 217 529 t
- Semoneme (Wickelkapseln, Ventilen) 179
- Sensitives (die »Empfindlichen«) 127
- Sensorische, afferente Fasern 36
- Sensorisches Denken 68
- Septen 221
- Sergestidae 552 t
- Serielle Organe (Gleichartige Organe) 468
- Seriata 533 t
- Serolidae 556 t
- Serpula vermicularis* 376* 541 t
- Serpulidae 541 t
- Serpulimorpha 541 t
- Sertularia* 198* 529 t
- Sertularia cupressina* (Zypressenmoos) 529 t
- Sertulariidae 529 t
- Seßhafte Lebensweise 57
- Peritrichen (Sessilia) 129 524 t
- Sessilia (Seßhafte Peritrichen) 129 524 t
- Seuchen 121
- Sexualhormon 39
- Sexual-Lockstoff 64
- Sicariidae 545 t
- Sichelkeime (Sporozoit) 115 f 118 ff
- Sicherheitsfaden 417
- Sida crystallina* 444* 447 549 t
- Sididae 549 t
- Sigma-Symbionten 127
- Sigmatophora 526 t
- Signale 62 64
- Signalfaden 421
- Signalfälschung 63 f
- Silbermöwen 63 70
- Silicoflagellaten 97 521 t
- Simocephalus vetulus* 444* 448 549 t
- Sinnesempfindungen 35
- Sinneserregungen 36 f
- Sinnesgruben 328
- Sinneskörper 209
- Sinnesorgane 26 34 ff 39 57
- Sinnespol 259 f
- Sinnesreize 36
- Sinneswahrnehmung 78
- Sinneszellen 29 35 221 259
- , primäre 34
- , schlauchartige (Aesthetasken) 480
- , sekundäre 34
- Sinneszentrum 258
- Singvögel 32 118
- , Jugendgesang 73
- Sing-Winkerkrabbe (*Uca musica*) 499 554 t
- Sinusdrüse 478
- Siphonolaimus* 538 t
- Siphonogmeca multicinctus* 359 540 t
- Siphonophora (Staatsquallen) 182 192 f 193* 194 f 528 t
- Siphonozoide (Schlauchpolypen) 245 f 249 251 254 ff
- Siphonula 193
- Sipunculida (Spritzwürmer) 540 t
- Sipunculus nudus* 302* 359 540 t
- Sisyr* 156
- Skabies (Krätze) 431
- Skelett, hydrostatisches 335
- Skelettbildungszellen (Skleroblasten) 141 143
- Skelette 90 112 140 143 f 143* 157 ff 161 163 166 ff 177 f 227 f 231 ff 234 245 ff 251
- Skelettelemente 139 154 158 161
- Skelettgebilde 173*
- Skelettsystem 143
- Sklerite (Außenpanzerteile, Nadeln, Spicula) 143 155 157 f 160 162 164 248 397 f
- Skleroblasten (Skelettbildungszellen) 141 143
- Sklerosepten 226 f
- Sklerotin 397
- Sklerotisierung 483
- Skolopender (Scolopendromorpha) 515
- Skorpione (Scorpiones) 403 f 406 412 544 t
- Skorpionschwanz 414
- Skorpionspinnen (Pedipalpi) 411 413 545 t
- Skorpionentzen 413
- Smaragdschild-Winker (*Uca beebei*) 498 554 t
- Solifuga (Walzenspinnen) 547 t
- Sollbruchstellen 483
- Solmissus albescens* 184* 208 529 t
- Solmundella bitentaculata* 184* 209 529 t
- Solpuga* 427 547 t
- Solpugidae 547 t
- Somatische Zellen (Körperzellen) 96 122
- Sommerkiemenfuß (*Branchipus stagnalis*) 440 451* 549 t
- Sonnenlicht, Energie 26
- Sonnenrose (*Cereus pedunculatus*) 202* 226 530 t
- Sonnensterne (Asteroidea) 223
- Sonnentierchen (Heliozoa) 111 f 522 t
- Spaltbein 401
- Spaltfüße 401 434
- Spaltfüßer (Mysidacea) 501 555 t
- Spannkriechen 330
- Specht 58 f
- Spechttrommeln 59
- Speiche 44
- Speichel 31
- Speicheldrüsen 137 385
- Speicherorgan für Gedächtnis-spuren 37
- Speisekrabben 500
- Speisekrebs 488
- Spelaeogriphacea 556 t
- Spemann, Hans 40
- Sperchoniae 548 t
- Sperlingsvögel 31
- Spermanetz 419
- Spermatophoren (Samenpakete) 389
- Spermatozyte 38*
- Spezifischer Wirt 119
- Sphaeractinia* 177 529 t
- Sphaeractinoiden 529 t
- Sphaeromatidae 556 t
- Sphaeromatinae 556 t
- Sphaeronectidae 528 t
- Sphaeroneuma minutissimum* 334 538 t
- Sphaerotheriidae (Riesenkugler) 509* 513 557 t
- Sphaerularia bombi* 338 338* 538 t
- Spicula (Nadeln, Sklerite) 143 155 157 f 160 162 164 245 338
- Spikel s. Spicula
- Spinalnerven 66
- Spindel (Rhachis) 401
- Spinnen, Begattung 419
- , blinde 428
- , cribellate 418
- , ecribellate 418
- Spinnennaseln (Scutigermorpha) 558 t
- Spinnengift 418
- Spinnentiere (Arachnida) 32 117 394* 398 404 411 544 t
- Spinnenverwandte (Chelicerata) 402 f
- Spinngriffel 514
- Spinnwarzen 417 420
- Spinturnicidae 547 t
- Spionomorpha 541 t
- Spionidae 541 t
- Spiralfurchung 85 280
- Spiraltiere 85
- Spiralwimperlinge (Spirotricha) 129 524 t
- Spirastrella cunctatrix* 146* 147* 149* 526 t
- Spirastrellidae 526 t
- Spirochona gemmipara* 131 524 t
- Spirorhiza* (Posthörnchenwürmer) 369 541 t
- Spirostomum ambiguum* 130 524 t
- Spirotricha (Spiralwimperlinge) 129 524 t
- Spirura* 539 t
- Spirurida 539 t
- Spongia (Schwammtiere) 139 ff 153 ff 167 525 t
- Spongia irregularis* (Gelbschwamm) 165 527 t
- *officinalis* (Dalmatiner Schwamm) 148* 165 527 t
- *lamella* (Elefantenoehrschwamm) 165 527 t
- *mollissima* (Feiner Levantiner) 165 527 t
- *zimocca* (Zimokkaschwamm) 165 527 t
- Spongicola verusta* 160
- Spongidae (Badeschwämme) 138 144 157 f 162 f 165 165* 166 527 t
- Spongilla* 156
- *fragilis* 153 527 t
- *igloviiformis* 156 527 t
- *lacustris* (Teichschwamm) 143* 148* 153 154* 155* 164 527 t
- Spongillidae (Süßwasserschwämme) 140 142 143* 143 f 153 ff 155* 156 f 163 f 527 t

- Spongilliden-Spicula-Hautkrankheit 157
 Spongin 144
 Spongiolin 143 f 155 165 f
 Spongioporphyrin 144
 Sporen 27 37 105 107* 115 117 f 132 ff
 Sporenbildungszellen (Pansporoblasten) 133
 Sporengänge (Sporoducte) 117
 Sporenkugeln 105
 Sporentierchen (Sporozoa) 37 115 118 128 132 f
 Sporenträger 105
 Sporenzysten 117
 Spornammer 55
 Sporoducte (Sporengänge) 117
 Sporogonie 115 f 119 f
 Sporosacs 174* 180* 188 190 205
 Sporozoa (Sporentierchen) 115 118 128 132 f
 Sporozoite (Sichelkeime) 53 114* 115 f
 *Sport-Gemeinschaften 499
 Sprache 26 68 f 72 f
 Sprechenlernen 78
 Sprachloses Denken 68
 Springborsten 333
 Springkrabben (Grapsidae) 499 554 t
 Springkrebse (Galatheidea) 476*
 Springspinnen (Salticidae) 422 546 t
 Springwimperling (*Halteria grandinella*) 131 524 t
 Spritzwürmer (Sipunculida) 81 134 358 f 540 t
 Sprossung 186* 188 512
 -, extratentakuläre 227 232 234
 -, intratentakuläre 227 232 234
 Spumellaria (Schaumstrahlänge) 523 t
 Sprungbeine 502
 Spulwurm (*Ascaris lumbricoides*) 345 539 t
Squatinella 325* 537 t
 - *lamellaris* 332* 537 t
Squilla 459* 552 t
 - *mantis* 451* 484 552 t
 - *raphidea* 484 552 t
 Squillidae 552 t
 Staatsqualen (Siphonophora) 182 192 f 193* 194 f 528 t
 Stabbeine 441
 Stablarven 293
 Stachel, hohler (Kentron) 468
 Stachelhäuter (Echinodermata) 40 81 85 168 ff 273
 Stachelspinnen (*Gasteracantha*) 410* 421 546 t
 Stachelstrahlänge (Acantharia) 523 t
 Stambäume, Stambüsche 82
 Stämme 84
 Stammer 505
 Stammesentwicklung 36
 Stammesgeschichte (Phylogenie) 22 27 30 34 f 38 43 f 49 52 59 f 80 ff 84 89 91 f 126 131 f 138 f 177 387 404 ff
 Stammesgeschichtsforschung 82
 Stammesreihen 43
 Stammhirn 65 f
 Stachelwirt 310
 Star 66
 Stationärer Kern 126
 Statileth (Schwerestein) 259 480
 Statozysten (Gleichgewichtsorgane) 205 259
Stauracantha quadrifurca 94* 523 t
 Stauromedusae (Stielqualen) 212 529 t
 Stechmücke 119
 Stechorgan 506
 Stechrüssel 384
 Stechwerkzeuge 464
Steenstrupia nutans s. *Corymorpha nutans*
Stegomyia variegata 346
 Steinböck 80
 Steingarnelen 214
 Steinkorallen (Madreporaria) 48* 169 171 178 220 f 226 229 ff 251 530 t
 Steinkrabben (Lithodidae) 491 554 t
 Steinläufer (Lithobiomorpha) 515 558 t
 Steinschwämme (Lithistida) 161 169
 Steinwerkzeuge 25
 Steißhühner 55
Stellata grubii 526 t
 Stelletidae 526 t
 Stelzenrallen 55
 Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) 341 538 t
 Stenohaline Arten 50
 Stenohygre Arten 50
 Stenöke Arten 50
 Stenophage Arten 51
 Stenopodidae 553 t
Stenopus hispidus 451* 553 t
Stenostomum leucops 286 533 t
 Stenotele (Durchschlagskapseln, Penetrante) 179 187
 Stenotherm kalteangepaßte Arten 50
 - wärmeangepaßte Arten 50
 Stenotherme Tiere (Arten) 50
 Stentor (Trompetentierchen) 130 524 t
 - *coeruleus* (Blaues Trompetentierchen) 130 305 306* 524 t
 - *polymorphus* (Grünes Trompetentierchen) 113* 130 524 t
 - *roeseli* (Graues Trompetentierchen) 130 524 t
Stephanoceros fimbriatus 326* 332* 333 537 t
Stephanophyes superba 195 528 t
 Steppen 51
 Steppenvögel 59
 Sterlet (*Acipenser ruthenus*) 208
 Sternaspidae 541 t
 Sternkoralle (*Astroides calycularis*) 233 238* 271* 277* 531 t
 - (*Balanophyllia regia*) 228 232 f 531 t
 Sternseepocke (*Chthamalus stellatus*) 466 551 t
 Sterroblastula 154
 Steuermechanismus (Pedalium) 214
 Steuerorgan 213
 Stewart-Atoll 168*
 Stickstoff 194
 Stiele 96 105 129 212
 Stielmuskel 129
 Stielqualen (Stauromedusae) 212 529 t
 Stiel-Winkerkrabbe (*Uca stylifera*) 497 554 t
 Stigmen (Öffnungen) 423
 Stiletapparat 320* 390
 Stilette 179
 Stimmungen 66
 Stimmungswechsel 76
 Stinkdrüsen 427
 Stinkender Ankerschwamm (*Geodia*) 162
 Stirn (Glabella) 401
 Stirnauge (Naupliuslarve) 456 467 f
 Stirndrüse 462
 Stirnherz 477
 Stirnhirn 25 f
 Stirnzirren 130
 Stockbildung 180 247
 Stöcke 26 182 188 f 191 f 205 f 234 f 245 ff 250 f
 Stockente 59
 Stoffabbau 28
 Stoffwechsel 29 37 140
 Stoffwechselabfälle 90
 Stoffwechselintensität 32 f
 Stoffwechselvorgänge 28 30 33
Stoichactis (Riesenaktinien) 225 530 t
 Stolonen (wurzelförmige Ausläufer) 181 206 208
 Stolonengeflecht, Stolonennetz (Hydrorhiza) 180 f 189 f
 Stolperfäden 417 f
Stomachus 539 t
 Stomatopoda (Mundfüßer) 552 t
Stomphia carneola 222 530 t
 Storch 69 74
 Störmer 406
 Strafe 70
 Strafreiz 288
 Strahlen, ultraviolette 35
 Strahlenfuß (*Ephelota gemmipara*) 132 524 t
 Strahlentierchen (Radiolaria) 81 94* 112 523 t
 Strahlschwämme (Tetraxonida) 139 161 171 526 t
 Strahlung, radioaktive 155
 Strandassel (*Ligia oceanica*) 496* 505 557 t
 Strandflöhe (Talitridae) 502 555 t
 Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) 492 554 t
Stratodrilus tasmanicus 367 540 t
 Strauß 55
 Streckerspinnen (Tetragnathidae) 422 546 t
 Streckkiefer (Tetragnatha) 419 546 t
Streptelasma 177 530 t
 Strickleiter-Nervensystem 37 389
 Strobila (Gliederkette) 210 f 218 300
 Strobilation (Querteilung) 185 187 210 212 f 216 220 225 232
 Strobilocerus 309
 Stomatopora 177 529 t
 Strongylida 539 t
Strongyloides (Zwergfadenwürmer) 344 538 t
Strongylus 539 t
 Strontiumsulfat 112
 Strudelwürmer (Turbellaria) 31 37 80 f 125 138 268 278* 280 f 533 t
 Strudler 144
 Strukturänderungen 40
 Stubenvogel 20
 Stuhl 106 109
 Stummelfüße (Parapodien) 363
 Stummelfüßer (Onychophora) 81 387 ff 388* 391 397 543 t
 Stützblättchen (Stützlamelle) 178
 Stützgewebe 29 274
 Stützlamelle (Stützblättchen) 178
- Stüttschicht (Hohltiere) 176*
 Stützskelett 161
Stygiomedusa 211 218 530 t
 Stygaridacea 552 t
Stylaria lacustris (Gezüngelte Naide) 372 542 t
 Stylaster 251 528 t
 Stylasteridae 189 237* 528 t
 Stylatula 256 532 t
Stylocheiron 486 552 t
Stylochus frontalis 287 533 t
 - *pilidium* 287 533 t
 - *zebra* 286 533 t
Stylonychia mytilus (Muscheltierchen) 130 130* 524 t
 Subchelen (Krallenscheren) 470 503
 Subdermalraum 144
Suberites domuncula (Häuschenschwamm, Meerorange) 153 162 165 526 t
 - *ficus* (= *Ficulina ficus*) (Feigenschwamm) 162 526 t
 Suberitidae (Korkschwämme) 153 162 526 t
 Subitaneier 291
 Subumbrella (Schirmunterseite) 178
Succinea 299
 Suchen, triebhaft-zweckgerichtetes (appetentes) 68
 Suctorio (Saugtierchen) 122 129 131 f 524 t
 Summierbarkeit 63
 Sumpfe 51
 Sumpfgelände 51
 Sumpfschildkröten 292
 Surra der Pferde und Kamele 100
 Süßkartoffeln 68
 Süßwasser 51 104
 Süßwasserhydra 187*
 Süßwasser-Kelchwürmer (Urnatellidae) 318 535 t
 Süßwasserkrabben (Potamidae) 492 554 t
 Süßwasserseduse 190 191*
 Süßwassermilbe 156
 Süßwasserplanarien (Paludicola) 285 287 534 t
 Süßwasserpolyd 41 174* 179 182 185 ff 192 209 212 222
 Süßwasserschwämme (Spongillidae) 140 142 143 f 143* 153 ff 155* 156 f 163 f 527 t
 Süßwassertiere 50
 Sutherland 79
Syceta primitiva 525 t
 Syceitidae 158 525 t
Sycon 148* 153 154* 525 t
 - *ciliatum* 155 158 525 t
 - *raphanus* 153 525 t
 - *setosum* 153 525 t
 Syconotyp 139 142 155 158 173*
 Syllidae 365 540 t
Syllis cornuta 375* 540 t
 Symbionten 30 53 102 127 186 231
 Symbiontische Algen (Zoochlorellen) 130 187 219 233 225 229 231
 Symbiose 97 103 115 124 127 144 153 225
 Symbolhandlungen 64
 Symmetrie-Ebene 273
 Sympathisches Nervensystem 33 37
 Symphylla (Zwergfüßer) 558 t
 Symphyllia 229 531 t

- Sympodiale Verzweigung 181
181*
- Synagogidae 551 t
- Synarida 552 t
- Synchaeta 326* 332 537 t
– *pectinata* 305/306* 537 t
- Synchaetidae 537 t
- Syngamus 339* 344 539 t
– *trachea* 344 539 t
- Synzytium 281
- System 86
– des Tierreichs 82
–, natürliches 82 ff
*Systema naturae 83
- Systematik 82 84
- Systeme, künstliche 82
- Syzygie 116
- Tabula (Dissepimente) 226
- Tabulata (Bödenkorallen) 169 177
221 531 t
- Tachyblaston ephelotensis 132
524 t
- Taenia hydatigena (Gebänderter Bandwurm) 308 535 t
– *pisiformis* (Gesägter Bandwurm) 308 535 t
– *saginata* s. Rinderbandwurm
– *solium* (Schweinebandwurm) 301* 303 535 t
- Taeniarhynchus saginatus (Rinderbandwurm) 278* 299* 300
535 t
- Taeniidae 535 t
- Tagfalter 35
- Tagmen, Tagmata (Körperabschnitte) 361
- Tag-Solifugen 424
- Tagtiere 50
- Talitridae (Strandflöhe) 502
555 t
- Talitrus saltator (Gemeiner Strandfloh) 502 555 t
- Tanaidacea (Scherenasseln) 504
556 t
- Tanaidae 556 t
- Tanaia cavolinii 504 556 t
- Tanger-Winkerkrabbe (*Uca tangeri*) 476* 499 554 t
- Tanz 62 64
- Tänze (Springspinnen) 419
- Taranteln (*Lycosa*) 422 546 t
- Tardigrada (Bärtierchen) 387
390 f 543 t
- Tarsen (Fußglieder) 35 427
- Taschenkrebs (*Cancer pagurus*) 473* 492 554 t
- Taschenlupe 111
- Taschenquallen (Coronata) 214
- Tastborsten 34 f 130
- Taster (Palpen) 363
- Tasthaare 424
- Tastkörperchen 34
- Tastorgan 414
- Tastsinnesorgane 432
- Tauben 31 59 65 76 f
–, Körnerzählen-Versuch 76*
- Taubenzecke (*Argas reflexus*) 394* 431 437* 547 t
- Taubgeborene Kleinkinder 73
- Taubstummensprache 78
- Taucher 251
- Tausendfüßer (Myriapoda) 507
557 t
– i. e. S. (Diplopoda) 32 117 508
- Tauwurm (*Lumbricus terrestris*) 379
- Tealia 200* 223 530 t
– *crassicornis* 271* 530 t
- Tedania anhelanus 526 t
- Tedaniidae 526 t
- Tegenaria (Hauswinkelspinnen) 399* 422 546 t
– *domestica* (Hausspinne) 399*
422 546 t
- Teiche 51 104
- Teichhuhn 50
- Teichschwamm (*Spongilla lacustris*) 143* 148* 153 154* 155*
164 527 t
- Teichschwämme (Larven) 154*
- Teichwasser 92 96
- Teilung 115 120 133 138 155 186
228
- Teilungsstadien 95
- Tellerschnecken 297 f
- Teloblastie 512
- Telson (Schwanzstachel) 404
- Temnocephalida 534 t
- Temperatur 50
- Temperaturreize 34
- Temporalvariationen 446
- Tentaculata (Kranzfühler) 85 265
- Tentaculifera (Tentakeltragende Rippenquallen) 258 260 265
532 t
- Tentakel Ebene 258 268 f
- Tentakelkränze (Wirtel) 188 220
223 f 227 254
- Tentakeln 97 f 97* 131 f 174*
176* 177 f 185 f 205 f 211 213
215 f 222 f 228 230 f 245 257
265 ff
- Tentakeltaschen 259 265 f
- Tentakeltragende Rippenquallen
(Tentaculifera) 258 260 265 532 t
- Terebellidae 541 t
- Terebellomorpha 541 t
- Terga (Rückenplatten) 466
- Termiten 72 102 102*
- Termitensymbionten 89* 102
- Terpsichore-Winkerkrabbe (*Uca terpsichore*) 499 554 t
- Terrarien 378
- Terricola (Landplanarien) 534 t
- Tertiana 120 f
- Tertiäre Nomenklatur 84
- Testacea (Schalamböben) 109 f
522 t
- Testosteron (Männliches Geschlechtshormon) 33
- Testudinellidae 537 t
- Tethya aurantium (Meerorange) 148* 162 526 t
- Tetilla cranium 526 t
- Tetillidae 526 t
- Tetragnatha (Streckkriecher) 419
420* 422 546 t
– *caudicula* 400* 546 t
– *extensa* 410* 546 t
- Tetragnathidae (Kieferspinnen) 422 546 t
- Tetraphyllidae 535 t
- Tetrarhynchidae 535 t
- Tetrastemma quadrilineatum 318* 536 t
- Tetragonida (Strahlschwämme) 139 161 171 526 t
- Texasfieber 137
- Thalassina anomala (Maulwurfskrebs) 490 553 t
- Thalassinidae 553 t
- Thaumapodidae 556 t
- Thecamoeba verrucosa 104 522 t
- Thecaphora-Leptomedusae
(Thekaphoren-Leptomedusen) 182 205 529 t
- Theileria parva 136 525 t
- Theilgridae 136 525 t
- Theka 187 205 207 226
- Thekaphoren-Leptomedusen
(Thecaphora-Leptomedusae) 182 205 529 t
- Thenius, Erich 403
- Theridiidae (Haubennetzspinnen, Kugelspinnen) 421 545 t
- Thermobathynella adami 485
552 t
- Thermosbaena mirabilis 501 555 t
- Thermosbaenacea 555 t
- Theromyzon tessulatum (Entenegel) 381* 384 542 t
- Thia 459* 554 t
- Thienemann, A. 138
- Thomas 294
- Thomisidae (Krabbspinnen) 422 546 t
- Thomisiformia 546 t
- Thomisus onustus 410* 546 t
- Thoracica (Thoraziken) 551 t
- Thorax (Rumpf) 401
- Thoraziken (Thoracica) 551 t
- Thyasidae 548 t
- Thymin 41 42*
- Thyroxin 33
- Thysanopodidae 552 t
- Tiefsee-Asselspinnen (Collossen-deidae) 433 548 t
- Tiefseebecken 56
- Tiefsee-Expedition *Valdivia 160
- Tiefseegebiete 51
- Tiefseequallen (Coronata) 212
214 529 t
- Tiere 25 ff 42 57 72 89 91
– einer Bevölkerung (Population) 38
–, *Klugheit 76
– mit fünfteiliger Leibeshöhle (Pentacoela) 85
–, unbenannt zählende 76 f
- Tiergeographische Regionen 54 k
- Tierketten 286
- Tierreich 22 25 f 84 f 89 91 96
–, System 82
- Tierschmarotzer 334
- Tierwelt 25 52 55 82
- , pelagische 56
- Tierwerdung 89
- Tiger 49 298
- Tigmotaxis (Anschmiegeungsreaktion) 125
- Tinbergen, Niko 60 63
- Tintenfische 53 138
- Tintinnidae 131 524 t
- Tischgenossen (Kommensalen) 101 f 106
- Tjallfiella tristoma 269 533 t
- Tjallfiellidae (Festsitzende Rippenquallen) 269 533 t
- Tochteramöben 106 109
- Tochterbruttschläuche 294 298
- Tochtergeneration (Filialgeneration) 43*
- Tochterkerne 125
- Tochterorganismen 95 97
- Tochterpolypen 191 227 f
- Tochterredien 293
- Tochtersporozysten 293
- Tochtertiere 180
- Tochterzellen 37 119
- Tod 37
- Todeswurm (Necator americanus) 344 539 t
- Tomopteridae 366 540 t
- Tomopteris 366* 540 t
- Tönnchen 390 f
- Tonhumus-Komplexe 380
- Topfwurm (Enchytraeus albidus) 378 542 t
- Torfgewässer 110
- Tortrix viridana 51
- Totipotente Zellen 27 37
- Toxocara 539 t
- Toxoplasma gondii 118 f 523 t
- Toxoplasmosis 118
- Trabekel 178
- Trachea (Tracheentiere) 557 t
- Tracheen (Luftkanälchen, Luftröhren) 32 40 388 390
- Tracheenlungen 516
- Tracheensysteme 388
- Tracheentiere (Tracheata) 507 ff
557 t
- Trachurus trachurus (Bastardmakrele) 219
- Trachymedusae (Trachymedusae) 182 207 f 529 t
- Trachypheus (Peilschwanzkrebse) 411 544 t
- Trachytidae 547 t
- Traditionen 67
- Traditionsbildung 68
- Transmodale Transpositionen 78
- Transponierbare Weggestalt 75
- Transportwirte 100 310
- Transpositionen, transmodale 78
- Transspezifische Evolution 49
- Trapa natans (Wassernuß) 298
- Traubenzucker 31
- Träumen 73
- Trematodes (Saugwürmer) 534 t
- Trembley, Abraham 185 ff
- Tribrachidium 81
- Tribus (Gattungsgruppen) 84
- Triceraspyris gazella 94* 523 t
- Trichine (Trichinella spiralis) 346
538 t
- Trichinenlarven 347
- Trichinenschau 307
- Trichobilharzia szidati 299 534 t
- Trichocera (= Diurella) 325* 326*
537 t
- Trichocercidae (= Rattulidae) 537 t
- Trichodina domerguei 129 524 t
- pediculus (Polypenlaus) 113*
129 524 t
- Trichodorius 341 538 t
- Trichomonadidae 101 f 522 t
- Trichomonas ardindeitelli 102
522 t
– *fecalis* 102 522 t
– *hominis* 102 522 t
– *tenax* [= *elongata*] 102 522 t
– *vaginalis* 102 522 t
- Trichoniscidae 557 t
- Trichonympha turkestanica 102*
522 t
- Trichoplax adhaerens 138 525 t
- Trichosomoides crassicauda 338
538 t
- Trichostomata (Wimpermänder) 128 523 t
- Trichotria pocillum 326* 536
- Trichuris trichiura (Peitschenwurm) 334 538 t
- Trichuroidea 538 t

- Trichozyten 123
 Trichterspinnen (Agelenidae) 422
 546 t
 Trichterwimperlinge (Chonotricha) 131 524 t
 Triclada 533 t
 Tricoma 538 t
 Triebhaft-zweckgerichtetes Suchen (Appetentes Suchen) 68
 Triebwandel 354
 Trilobita (Dreilapper) 81 543 t
 Trilobitenlarve 405
 Trilobitenverwandte (Trilobitomorpha) 402
 Trilobitomorpha (Trilobitenverwandte) 402
 Trinkwasserversuchung 109
 Triops cancriformis (Großer Rückenschaler) 442 549 t
 Tripyla 538
 Tripuloidea 538
 Tritonshörner 230
 Trochophora 285 f 313
 Trochospaera solstitialis 325* 537 t
 Trochospingilla horrida 164 527 t
 Trogloraris 291
 Troglotaetus 370 370* 541 t
 – beranecki 370 541 t
 Troglotrematidae 534 t
 Troglulidae 547 t
 Troglus (Brettanker) 428 547 t
 – nepaeformis 400* 547 t
 Trombicula autumnalis (Erntemilbe) 430 437* 548 t
 Trombidium holosericum (Sammelmilbe) 426* 430 548 t
 Trombidiformes (Laufmilben) 548 t
 Trombidiidae (Laufmilben i. e. S.) 430 548 t
 Trompetentierchen (Stentor) 130 524 t
 Tropenfieber 120
 Trophi (Kauer) 329
 Trophozoiden (Nährpolypen) 182
 186* 189 189* 190 192 193 f 193* 196 205 232 246 251 255 ff
 Tropica 120
 Trottellumme 70
 Trugkoralle (Parerathropodium coralloides) 251 532 t
 Trupetostroma 170* 529 t
 Trypanosoma brucei 99 99* 100 522 t
 – equinum 100 522 t
 – equiperdum 100 522 t
 – evansi 100 522 t
 – gambiense 99 99* 107* 522 t
 – melophagium 100 522 t
 – rhodesiense 99 522 t
 Trypanosomaform 99 99*
 Trypanosomen (Trypanosomatidae) 99 ff 129 522 t
 Trypetes lampas 467 551 t
 Trypsin 31
 Tsetsefliegen 99
 Tuberkel, medianes (Mittelhöcker) 401
 Tubifex 377 542 t
 – tubifex (Gemeiner Schlammröhrenwurm) 377 542 t
 Tubificidae (Schlammröhrenwürmer) 377 542 t
 Tubiporidae (Orgelkorallen) 247 271* 531 t
 Tubularia (Köpfchenpolypen) 188 188* 527 t
 Tubulariidae 527 t
 Tubipora purpurea 247 271* 531 t
 Tukane 55
 Tümpel 51 104 110 128
 – , Kleinleben 305/306*
 Tundren 51
 Tupaias 55
 Turakos 55
 Turbellaria (Strudelwürmer) 533 t
 Tusche 123
 Tylenchida 538 t
 Tylenchorhynchus 341 538 t
 Tylenchulus 342 538 t
 Tylenchus polyhypus 347 538 t
 Tyliidae 557 t
 Typhidae (= Platyseleidae) 556 t
 Typhloplanoida 534 t
 Typopeltis crucifer (Langschwänziger Fadenskorpion) 545 t
 Tyrannen 55
 Tyrophagus casei (Käsemilbe) 430 437* 548 t
 Tyrosinase 153
 »Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl« 80
 Überaugenhörner 497
 Überfamilien 84
 Übergangsformen (Einzeller/Vielzeller) 81
 Überklassen 84
 Überordnungen 84
 Uca (Winkerkrabben) 497 554 t
 – annulipes 497 554 t
 – beebi (Smaragdschild-Winker) 498 554 t
 – insignis 497 554 t
 – musica (Sing-Winkerkrabbe) 499 554 t
 – saltitanta (Jitterbug-Winker) 498 554 t
 – stenodactyla (Langbeinige Winkerkrabbe) 498 554 t
 – stylifera (Stiel-Winkerkrabbe) 497 554 t
 – tangeri (Tanger-Winkerkrabbe) 476* 499 554 t
 – tersichore (Tersichore-Winkerkrabbe) 499 554 t
 Ucidus 500 555 t
 Ufer-Asselspinne (Pycnogonum littorale) 426* 433 437* 548 t
 Ufer-Asselspinnen (Pycnogonidae) 432 548 t
 Ulmariidae 530 t
 Ulrich, Werner 81
 Ultraschall 34
 Ultravioletstrahlen 34 f 98
 Umbellula antarctica 257 271* 532 t
 Umbellulidae 257 f 532 t
 Umgebung, Einflüsse 40
 Umwelt 49 82
 Umweltänderungen 70
 Umweltbedingter Formwandel (Zyklomorphose) 331
 Umweltbedingungen 38 58 67
 Umweltfaktoren 50
 Umweltreize 35 61
 Unbefruchtete Eier 38
 Unbenannt zählende Tiere 76 f
 Unbenannte Begriffe 78
 – Vorstellungen 74
 Unbenanntes Denken 67 70 72 f 75
 Unbewaffneter Bandwurm (Taeniarrhynchus saginatus) 300
 Undulierende Membran 99 102
 »Unfertige Medusen« 174*
 Ungarischer Blutegel (Hirudo medicinalis officinalis) 381* 385 543 t
 Ungeschlechtliche Formen 119
 – Vermehrung 37 115 118 ff 122 180 191
 Unionicola crassipes (Dickbeinige Wassermilbe) 156 430 437* 548 t
 Unionicolidae 548 t
 Unipolare Zelleinwanderung 154
 Unlust 70
 Unspezifischer Wirt 119
 Unterarten 84
 Unterfamilien 84
 Unterkiefer (Maxillen) 434
 Unterklassen 84
 Unterordnungen 84
 Unterschiedsreaktionen 124*
 Unterschlundganglion 477
 Unterstämme 84
 Unwillkürliche Ausdrucksbewegungen 76
 Uranidine 144
 Ur-Coelomaten (Ur-Leibeshöhlentiere) 81
 Urdarm 39* 273
 Ur-Eizellen 329
 Urfadenwurm 349
 Urgeschlechtszellen 39
 Urinympha 102 522 t
 Urkopf (Protocephalon) 469
 Ur-Leibeshöhlentiere (Ur-Coelomaten) 81
 Urmesodermzelle (Mesoblast) 273
 Urmund (Blastoporus) 39* 176 f 273
 Urmünder (Protostomia) 273 533 t
 Urmundfeld (Blastoporusregion) 273
 Urmundlippe 40
 Urmundspalt 40*
 Urmundtiere (Protostomia) 81
 Urnatella gracilis 318 535 t
 Urnatellidae (Süßwasser-Kelchwürmer) 318 535 t
 Uropoden 471
 Uropodidae 547 t
 Uropygi (Geißelskorpione) 545 t
 Urraubtiere 49
 Ursegmente 40*
 Ursprüngliche (primäre) Leibeshöhle 357
 Urteile 73
 Urtiere 89
 Urzellen (Archaeozyten) 141
 Vagilität (Ausbreitungsfähigkeit) 51
 Vagina 337
 Vakuole 27*
 »Valdivia« (Tiefsee-Expedition) 160
 Variabilität (Veränderlichkeit) 441
 Varianten 44 49
 Vater-Pacinische Lamellenkörperchen 35
 Vegetativer Pol 176
 Veilchenschnecke (Janthina nitens) 205
 Vejovidae 544 t
 Velarium 213
 Velarlappen 211
 Velella spirans (Segelqualle) 195 f 198* 528 t
 – velella 195 198* 528 t
 Velum (Ringblende, Randsaum) 174* 180 f 180* 205 f 209 213
 Velvetschwamm (Hippospongia communis meandriiformis) 165 527 t
 Ventraldrüse 328
 Ventralseite (Bauchseite) 274
 Venusfächer (Rhipidogorgia flabellum) 253 532 t
 Venusgürtel (Cestidea) 265 ff 532 t
 – (Cestus veneris) 267 271* 532 t
 Venusgürtellarven 268
 Venuskörbchen 160
 Ventriculita 160
 Veränderlichkeit (Variabilität) 43 441
 Verbreitung 50
 Verbreitungsgebiete 51 54
 Verbreitungsweise, biboreale 56
 »Verbrennung« 32
 Verdauung, intrazelluläre 281
 Verdauungsenzyme 31 153
 Vererbung 27 41 59
 –, überdeckende 42
 Vererbungsgeschehen 43
 Vererbungsgesetze 42
 Veretillidae 257 532 t
 Veretillum cynomorium 257 262* 263* 532 t
 Vergesellschaftungen 156
 Vergleichende Morphologie 82
 – Verhaltensforschung 19, 23, 58
 Verhalten der Tiere 57 90
 –, menschliches 19
 –, ritualisiertes 59 f
 –, starres 58
 Verhaltensformen 23
 Verhaltensforschung, vergleichende 19, 23, 58
 Verhaltensprogramme 58
 Verhaltensweisen 58 f 61 f 74 82 f
 Verletzungen 155
 Vermehrung 37 112 115 131 f
 – der Zellen 28
 –, geschlechtliche 115 195
 – in Zysten 95
 –, ungeschlechtliche 37 115 118 ff 122 180 191
 Vermehrungsweisen 115
 Vermeidungs-Reaktionen 124
 Verongia (= Aplysina) aerophoba 166 527 t
 – fistularis 156 527 t
 Verpuppung 33
 Verruca stroemia 467 551 t
 Verrucomorpha (Meerwarzen) 551 t
 Verschiedenbewimperte (Heterotricha) 129 524 t
 »Versuch und Erfolg«-Methode 67
 Vertebrata (Wirbeltiere) 29 ff 33 ff 37 39 66 85 99 101 103 130
 Verwandlung, vollkommene 40
 Verwandtschaft aller Arten 42
 Verwandtschaftsbeziehungen 84
 Verwandtschaftsgruppen 84 f
 Verwandtschaftsverhältnisse 82 f
 Verzweigung, monopodiale 181 181*
 –, sympodiale 181 181*
 Vestibulum (Vorhof) 129 330
 Vibrationsinn (Erschütterungssinn) 479 f
 Victoria regia 190
 Vielborster (Polychaeta) 363 f 540 t
 Vielfachknospung (Multiple Knospung) 132
 Vielfachteilung (Multiple Teilung) 97

- Vielkammerige (Polythalamia) 110
 Vielzeller (Metazoa) 80 89 f 104
 122 125 f 128 132 f 138 141 525 t
 Vielzellige Tiere 34 ff 39
 Vielzelligkeit 140
 Vierlinge, eineiige 37 40 260
 Vierstrahler 159 161
 Viertagefieber 120 f
 Vier-Zellen-Stadium 39*
- Violette Hornkoralle (Paramuricea chamaeleon) 243* 244* 252 532 t
 Viren 127
 Virgularia mirabilis 256 532 t
 Virgulariidae 256 532 t
 Viruskrankheiten 341
 Vitamine 30 53
 Vogel, H. 310
 Vögel 25 31 ff 40 f 44 50 53 f 65
 69 73 118 135 392
 Vogelschmarotzer 280
 Vogelpinnen i. w. S. (Orthognatha) 420 545 t
 Vogt, Karl 361
 Vollfinne (Pleocercoid) 310
 Vollkommene Verwandlung 40
 Volventen (Wickelkapseln, Semoneme) 179
 Volvocidae 521 t
 Volvox 81 133 521 t
 Vorausplanen, einsichtiges 79
 Vorderbeine 44
 Vorderhirn 37 44
 Vorderhirnrinde 49
 Vorderkörper (Prosoma) 403 ff
 Vorfinne (Procercoid) 310
 Vorhof (Vestibulum) 129 330
 Vormenschen 25 f
 Vorratsmilben (Acaridae) 430 548 t
 Vorriffgebiete 167 f 170
 Vorstellungen 73
 -, unbenannte 74
 Vorticella 129 305 306* 524 t
 - nebulifera 113* 524 t
 Vromo-Krankheit (Zervossche Krankheit) 157
- Wabenkalkschwämme (Heterocoela) 139 154 f 158 525 t
 Wachsrose (Anemonia sulcata) 225 271* 530 t
 Wachstumsgeschwindigkeiten 41
 Wachstumsversuche (Korallen) 228 f
 Wachstumszone 181
 Wahlen, aufgeschobene 69
 Walckenaera 420 546 t
 - acuminata 400* 422 546 t
 Walgebiete 51
 Waldtimpel 96
 Wale 44
 Wallacea (Orientalisch-australisches Zwischengebiet) 54 k
 Walläuse (Cyamidae) 503 555 t
 Wal-Seepocken (Coronulidae) 467 551 t
 Walzenspinnen (Solifuga) 424 547 t
 Wanderfliege (Loa loa) 348 539 t
 Wanderkern 126 129
 Wanderratte 50
 Wanderungen, jahreszeitliche 488
 Wanderzellen 104 140 f 140* 144 153 f 163
 Wangen (Genae) 401
- Wanzen 52
 Wanzenkot 99
 Wapitihirsche 294
 Warmblüter (Homöotherme) 32
 Wärme 32 124
 Wärmereize 90 153
 Warnfärbung 513
 Wartewort 310
 Warzen (Papillen) 337
 Warzenbeißer 354
 Warzenkoralle (Eunicella verrucosa) 252 532 t
 Warzenkorallen (Balanophyllia) 232 232*
 Wasser 26 f 30 ff 57
 -, bakterienhaltiges 95
 -, hypotonisches 90
 -, Salzgehalt 50
 Wasserasseln (Asellidae) 504 557 t
 Wasserblüte (Rote Tiden) 98
 Wasserflöhe (Cladocera) 38 445 549 t
 Wasserfrösche 32 103
 Wasserhaushalt 33
 Wasserinsekten 354
 Wasserkalb (Gordius aquaticus) 354 539 t
 Wasserkälber (Nematomorpha) 349
 Wasserkopf 118
 Wassernuß (Trapa natans) 298
 Wasserschlänger (Naididae) 372 542 t
 Wasserschnecken 293
 Wasserschweine 100 131
 Wasserspitzmäuse 75
 Wasserstoffbrücken 42*
 Wassertiere 26 30 f 40
 Wassertropfen 95 123 125
 Wasserterschlitzung 109
 Watson, James Dewey 42
 Wattkrebs (Corophium volutator) 502 555 t
 Weberknechte (Phalangida) 404 427 547 t
 - i. e. S. (Palpatores) 404 427 547 t
 Webespinnen (Araneae) 414
 Westachel 417
 Wechselfieber (Malaria) 119 ff
 - Erreger, Entwicklungskreis 114*
 Wechseltieren (Amoebina) 109
 Wechselwarme Tiere (Poikilotherme Tiere) 32
 Weggewohnheiten 75
 Wegmarken 67
 Wehrdrüsen 388
 Wehrdrüsenporen 513
 Wehrgänge 178
 Wehrpolyphen (Dactylozoide) 182 189 189* 190
 Weibchen 39
 -, amiktische 331
 -, miktische 331
 -, XX-Typen 39
 Weichkorallen 45*
 Weichschaler (Malakostraca) 436
 Weichtiere (Mollusca) 43 81 85 117 138 170 260
 Weinbergina 544 t
 Weinbergsschnecke 36
 Weinland 229
 Weiße Blutkörperchen 136
 - Hornkoralle (Eunicella stricta) 252 262 263* 532 t
- Weiß Koralle (Madrepora oculata) 233 531 t
 - Korallen (Madrepora) 233
 - Körperchen 477
 Weißkehl-Ammerfink (Zonotrichia leucophrys nuttalli) 69
 Wellensittiche 77
 Welse 35
 Weltraumfahrt 385
 Wendt, Herbert 22 419 429
 Wenigbewimperte (Oligotricha) 130 f 524 t
 Wenigborster (Oligochaeta) 471 542 t
 Wenigfüßer (Paupoda) 513 f 558 t
 Werbeinstinkte 39
 Werbung 58
 Werkzeugverbesserung 72
 Wettbewerb 49
 Wickelkapseln (Volventen, Semoneme) 179
 Widderkrebs (Caprella linearis) 503 503* 555 t
 Wiederkäuer 131
 Wierzejski 156
 Wiesen 51
 Wieseneidechse 50
 Wildkaninchen 294
 Wildkatzen 49
 Will, F. 270
 Wimperbewegungen 31
 Wimperblättchen 130
 Wimperbüschel 328
 Wimperfischchen (Ichthyridina) 327
 Wimperkränze 132
 Wimpermänder (Trichostomata) 128 523 t
 Wimpern (Zilien) 57 90 101 103 122 128 f 130 f 217 223 230 258 267 f
 Wimperorgan 329
 Wimperplättchen 258 f 266 f
 Wimperrippen 260 268 270
 Wimperschlag 87 123
 Wimperströmung 210
 Wimpertiere (Ciliata) 80 87 90 f 109 122 f 125 ff 129 131 f 156
 Winkbewegungen 419
 Winkerkrabben (Uca) 497 554 t
 Winkschere 497
 Wintereier 446 446*
 Wirbellose Tiere 29 33 f 38 80 f 99 101 118 130 135 230
 -, Großgliederung 81
 Wirbeltiere (Vertebrata) 29 ff 33 ff 37 39 66 85 99 101 103 130
 Wirbeltier-Fadenwürmer 344
 Wirbeltierschmarotzer 345
 Wirt, spezifischer 119
 -, unspezifischer 119
 Wirtel (Tentakelkränze) 188 220 223 ff 227 254
 Wirt-Schmarotzer-Verhältnis 100
 Wirtspflanzen 30 52
 Wirtstiere 30 52 f
 Wirtsvogel 70
 Wirtswechsel 53 119 392
 Wisent 55
 Witwenvögel 69
 Wohngespinst 417
 Wohnröhre 189 235 f
 Wölfe 66 392
 Wolfsmilchschwärmer 30
 Wolfsspinnen (Lycosidae) 422 546 t
- Wollhandkrabbe (Eriocheir sinensis) 476* 500 554 t
 -, Massenaufreten 500
 Wollkrabben (Dromia) 491 554 t
 Wollkrebse (Dromiidae) 491 554 t
 Wollschwamm (Hippospongia canaliculata) 165 527 t
 Wortverständnis 73
 Wucheria bancrofti (Haarwurm) 348 539 t
 Wuchsformen (Korallen) 228 235 f 247 f
 Wunden, Ausheilung 41
 Wundverschluss 32
 Würfelquallen (Cubomedusae) 212 213 529 t
 Würmer 32 f
 Wurmlarven 299
 Wurmregen 343
 Wurmriffe 369
 Wurmrohre 369
 Wurzelfläufer 253
 Wurzelfüßer (Rhizopoda) 89 103 f 111
 Wurzelgallenälchen (Meloidogyne) 342 538 t
 Wurzelkrebse (Rhizocephala) 82 468 552 t
 Wurzelmundquallen (Rhizostomae) 212 218 ff 530 t
 Wurzelqualle (Rhizostoma pulmo) 183* 219 272* 530 t
 Wüsten 51
- X-Chromosom 39
 X-Organ 478
 XX-Typen (Weibchen) 39
 XY-Typen (Männchen) 39
 Xanthidae 554 t
 Xenocoeloma 463 551 t
 Xenotrichula 328 536 t
 Xenoturbella 278* 533 t
 - boki 285 533 t
 Xerobdella lecomtei 386 543 t
 Xiphinema 341 538 t
 Xiphosura (Schwertschwänze) 544 t
 Xysticus 400* 422 546 t
 - erraticus 400* 546 t
- Y-Chromosom 39
 Y-Organ 478
 Yonge, C. M. 228
 Yungia aurantiaca 295* 533 t
- Zackenbarsche 64
 Zählen 75 77
 Zahnanlagen 44
 Zähne 333
 Zahnkarpfen 121
 Zahnkrankheiten 106
 Zahnschmelz 30
 Zängeln (Chelicere) 403
 Zaunleguan (Sceloporus undulatus) 62
 Zebrafinken 59
 Zebrauschnecke (Zebra detrita) 294
 Zebra detrita (Zebrauschnecke) 294
 Zebus 300
 Zecken (Ixodidae) 74 136 f 431 547 t
 Zehen 328 333
 Zehenzahl, verminderte 44
 Zehnfüßer (Decapoda) 486 552 t
 Zeichensprache 78

- Zeichnungsmuster 417 419
 Zeier 77
 Zellafter 103 123
 Zellatmung 32
 Zellbildungsvorgänge 80
 Zelle, Vermehrung 28
 Zelleinwanderung, multipolare 154
 -, unipolare 154
 Zellen 25 27 27* 33 37 39 41 89 f 98 f
 -, interstitielle 179 181
 -, lichtempfindliche 35
 - mit zusammenziehbaren Fasern (Myozyten) 141
 -, neurosekretorische 33
 -, totipotente 27 37
 Zelleriella 103 522 t
 Zellforschung 42
 Zellfortsätze 28
 Zellhäutchen 27 29 97
 Zellhülle 90
 Zellinseln, neurosekretorische 478
 Zellkern 27 27* 28 80 87 92 99 106 116 122 126 138
 Zellkonstanz (Eutelie) 133 324 327 339
 Zellkörper 37 92 98 104
 Zellmund 90 103 123 128
 Zellorgane (Organelle) 27 f 89 ff 101 123 130
 Zellplasma 27
 Zellsaft 90
 Zellschichten (Epithelien) 29 176
 Zellschlauch 138
 Zellschlund 95
 Zellstammbäume 133 324
 Zellteilung 28 37 39 133
 Zellteilungsvorgänge 80
 Zelltod 133
 Zellularisierung 80
 Zellulose 53
 Zellvermehrungen 40
 Zellverschmelzungen 327
 Zellwände 80
 Zentrale Riffgebiete 167 170
 Zentralkörperchen (Centrosom) 27* 28
 Zervos, Skevos 157
 Zervosche Krankheit (Vromon-Krankheit) 157
 Ziegen 137
 Zikaden 35
 Zimokkaschwamm (*Spongia zimocca*) 165 527 t
Zionella lubrica (Achatschnecke) 294
 Zirkusdressuren 71
 Zirren 130
 Zitterbewegungen 419
 Zitterspinnen (Pholcidae) 421 545 t
 Zoantharia (Krustenanemonen) 221 236 531 t
 Zoa 482
 Zonite (Ringe) 354
Zonotrichia leucophrys nuttalli (Weißkehl-Ammerfink) 69
 Zoochlorellen (symbiontische Algen) 130 156 187
 Zoologische Gärten 20
Zoothamnium 129 524 t
 Zootiere 338
 Zooxanthellen 97 115 156 233
 Zucker 26 31 53
 Zuckergruppe 41
 Zuckertang (*Laminaria*) 218
 Zugvögel 73
 Zungenfliegen 99
 Zupfrhythmen 419
 Zungenwürmer (Linguatulida) 387 391 ff 543 t
 Zweiantennentiere (Diantennata) 434 549 t
 Zweiaugiger Plattegel (*Helobdella stagnalis*) 381* 384 542 t
 Zweiflügler 40
 Zweigeschlechtlichkeit 38 f
 Zweiseitentiere (Bilateralia) 125 209 260 273 533 t
 Zweiteilung 28 37 99* 109 115 125 136 f
 Zweitwirt 119
 Zwei-Zellen-Stadium 39*
 Zwerbandwurm (*Hymenolepis nana*) 309 309* 535 t
 - der Maus (*Hymenolepis nana fraterna*) 309 535 t
 - des Menschen (*Hymenolepis nana nana*) 309 535 t
 Zwergdarmegel (*Heterophyes heterophyes*) 298 534 t
 Zwergfadenwürmer (*Strongyloides*) 344 538 t
 Zwergfüßer (Symphyla) 514 558
 Zwergmännchen 332
 Zwergschlamm-schnecke (*Galba truncatula*) 294
 Zwergspinnen (Erigonidae) 420 546 t
 Zwillinge, eineiige 37 40 260
 Zwischenfächer 222
 Zwischengewebe (Parenchym) 274
 Zwischenwirt 53 119 396
 Zwitter (Hermaphroditen) 38 f 187 227 249 260 467
 Zygote 103 112 115 f 187
 Zyklomorphose (umweltbedingter Formwandel) 331
 Zylinderrosen (Ceriantharia) 221 235 531 t
 Zypressenmoos (*Sertularia cupressina*) 529 t
 - Dünger 206
 Zyste (Kapsel) 95 97 101 106 109 116 130*

Abbildungsnachweis

Tiermaler: S. Bousani-Baur (S. 183, 184, 271). K. Großmann (S. 87, 173, 174, 277, 278, 315, 316, 351, 352, 382, 393, 394, 399, 400, 415, 416, 437, 438, 443, 444, 459, 460, 509, 510). S. Milla (S. 88, 93, 94, 113, 114, 283, 284, 289, 290, 305/306, 381). K. Wulfert (S. 325, 326).

Wissenschaftliche Beratung der Tiermaler: Dr. H.-R. Haefelfinger (Bousani-Baur). Prof. Dr. W. Hohorst (Milla). Prof. Dr. P. Rietschel (Großmann, Milla).

Farbfotos: Ax (S. 148 oben Mitte links, 198 oben Mitte, 296 unten links, 302 Mitte links, unten links und unten rechts, 373 oben Mitte rechts, 376 unten links, 426 unten Mitte, 452 oben links, 476 unten links, unten Mitte, 496 Mitte oben Mitte und oben rechts). Böck (S. 296 unten rechts, 410 Mitte oben Mitte, 496 oben Mitte rechts). Burton/Photo Researchers (S. 410 unten Mitte rechts, 426 Mitte rechts, 453 oben rechts, 493 unten rechts, 496 oben links und unten Mitte links). Chaumeton/Jacana (S. 451 unten links). Collignon (S. 264 unten). Cropp (S. 261, 262 oben links). Danesch (S. 408 unten rechts, 476 Mitte links). Dosenbach (S. 410 unten rechts). Eder (S. 376 oben rechts). Fotosub (S. 263 oben rechts, 302 oben links, 373 unten, 451 unten Mitte rechts). Frickhinger (S. 107 unten Mitte links, unten links, unten Mitte rechts und unten rechts, 108 unten links und Mitte rechts, 238 oben links, 374 unten, 451 oben links). Grave/Jacana (S. 107 oben links und oben Mitte rechts, 108 oben links und Mitte links). Gruhl (S. 47, 238 unten links, 242 unten links). Haefelfinger (S. 148 unten links, oben rechts, oben Mitte rechts und unten rechts, 198 Mitte rechts und unten links, 202 oben rechts, 204 oben links, 238 Mitte links, 262 unten links, unten Mitte links, unten Mitte rechts und unten rechts, 263 unten Mitte und unten rechts, 295 oben rechts, 296 oben rechts und unten Mitte, 301 unten links und unten rechts, 302 Mitte rechts, 373 oben Mitte links, unten Mitte links und unten Mitte rechts, 376 oben Mitte links, 451 unten Mitte links, 473 oben Mitte und Mitte von links nach rechts, 476 unten rechts, 496 oben Mitte links und oben Mitte). Hansen (S. 201, 408 oben links, Mitte links und Mitte rechts, 425 unten). Hoppe (S. 198 unten Mitte rechts). Interholz (S. 451 unten rechts, 473 oben links, 493 oben links, 494, 495). Jatzke (S. 199, 200 oben links). Kilian (S. 148 oben links, unten Mitte links und unten Mitte rechts). Knorr (S. 46, 48 oben und unten, 145, 149 oben rechts, 197, 262/263 oben). Kopp (S. 146, 149 unten rechts,

152, 202 unten links, 204 unten links und unten rechts, 237, 244, 272, 375 unten, 493 Mitte links). Köster (S. 202 oben links, 204 oben rechts, 243, 376 oben links). Lanceau/Jacana (S. 496 unten rechts). Lauckner (S. 239, 240 unten links). Lautenschlager (S. 302 oben rechts). Marcuse (S. 451 Mitte unten Mitte). Moosleitner (S. 147, 373 oben). Okapia (S. 493 oben rechts). Paysan (S. 451 unten Mitte). Pfletschinger (S. 410 oben Mitte links, unten Mitte links, oben Mitte, Mitte unten Mitte und oben Mitte rechts, 426 oben Mitte links). Photo Researchers (S. 408 oben rechts, 476 Mitte, 496 Mitte unten Mitte). Quedens (S. 475, 493 Mitte rechts). P. Rietschel (S. 198 unten rechts, 295 Mitte). S. Rietschel (S. 264 oben). Rozen-daal (S. 45, 149 oben links, 198 Mitte links, 240 oben Mitte links, 241, 242 oben links, und Mitte links, 376 oben Mitte rechts, 454, 493 unten links). Sauer (S. 107 oben Mitte links und oben rechts, 108 oben rechts und Mitte rechts, 295 unten links, 376 unten Mitte links, unten Mitte rechts und unten rechts, 407 oben, 410 unten links, 426 oben links, unten Mitte links und oben rechts, 496 unten links). Schrempp (S. 410 oben links, unten Mitte und oben rechts, 496 unten Mitte). H. Schuhmacher (S. 240 oben links, 426 unten links). Siedel (S. 108 unten rechts, 198 oben links, 451 oben Mitte links, Mitte oben Mitte, oben rechts und oben Mitte rechts, 476 Mitte rechts). Sillner (S. 149 unten Mitte links und unten links). Six (S. 296 Mitte, 301 Mitte rechts, 426 unten rechts, 473 unten). Submarine (S. 200 unten links, oben rechts und unten rechts, 263 unten links). Summ/Jacana (S. 451 oben Mitte). Taylor (S. 149 oben Mitte links, oben Mitte rechts und unten Mitte rechts, 240 unten Mitte links, 295 unten rechts, 296 oben links). Thare/Bavaria (S. 203). Tomsick (S. 374 oben). V-Dia Verlag (S. 198 oben rechts, 295 oben links, 496 unten Mitte rechts). Vasserot/Jacana (S. 473 oben rechts). Visage/Jacana (S. 408 unten links). Weber (S. 426 oben Mitte). Weischer (S. 301 oben links, Mitte links und oben rechts). Wickler (S. 474). ZFA (S. 150/151, 202 unten rechts, 407 unten, 409, 425 oben, 452/453 unten, 476 oben).

Gestaltung des Foto-Layout: J. Kühn.

Schwarzweißzeichnungen: Donner (S. 331, 332, 333 unten, 337). Prof. Dr. Kilian (S. 140 bis 166). Prof. Dr. Rietschel (S. 138, 139, 275, 299, 307, 309, 323, 354, 355, 357, 358, 359, 360, 362, 364, 366, 368, 370, 371, 379, 384, 385, 434, 440, 441, 446, 449, 466, 467,

470, 480, 501, 502, 503, 505]. Schwarzweißzeichnungen nach Vorlagen und Angaben unserer Verfasser: Althuber [S. 298 unten, 304]. Prof. Dr. Ax [S. 310, 312]. Bousani-Baur [S. 176 bis 259]. Diller [S. 27, 28, 38, 39, 40, 43, 60, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 110, 116, 118, 123, 124, 125, 130, 132, 133, 168, 169, 170, 171, 281, 287, 292, 293, 298 oben, 318, 319, 320, 328 oben,

334, 335, 336, 338, 339, 340, 342, 348, 388, 390, 391, 396, 397, 402, 403, 412, 413, 418, 419, 420, 421 oben, 423, 428, 430, 432, 512, 514]. Kacher [S. 67 bis 79]. Steffel [S. 41, 42, 286, 311, 328 unten, 329, 330, 333 oben]. S. 421 unten mit freundlicher Genehmigung von »Natur und Museum«. Verbreitungskarte Diller [S. 54], alle übrigen Steffel.

Abkürzungen und Zeichen

C.S.I.R.O. . . . Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Wissenschaftliche und Industrielle Bundesforschungsanstalt, Australien)

f. folgende (Seite)

ff. folgende (Seiten)

GL Gesamtlänge

i. e. S. im engeren Sinn

i. w. S. im weiteren Sinn

I.R.S.A.C. . . . Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Central (Wissenschaftliches Forschungsinstitut in Zentralafrika, Kongo)

I.U.C.N. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Internationale Union für den Schutz der Natur und der natürlichen Hilfsquellen)

KL Körperlänge

L Länge

ϕ Durchmesser

σ männliches Tier

$\sigma\sigma$ männliche Tiere

φ weibliches Tier

$\varphi\varphi$ weibliche Tiere

$\sigma\varphi$ Paar

† ausgestorbene Formen oder Gruppen

\triangleright nächste (= gegenüberstehende) Farbseite

$\triangleright\triangleright$ übernächste Farbseite oder Farbdoppelseite

$\triangleright\triangleright\triangleright$ dritte Farbseite oder Farbdoppelseite (usw.)

$\diamond \cdot \diamond$ bedrohte Arten und Unterarten

**GRZIMEKS
TIERLEBEN**

BAND 1

NIEDERE TIERE

Bau und Lebensleistungen der Tierwelt

Verhalten der Tiere · Wirbellose Tiere · Einzellige Tiere

Mitteltiere und Schwammtiere · Hohltiere · Zweiseitentiere

Plattwürmer und Kiefermündchen · Kelchwürmer und Schnurwürmer

Schlauchwürmer · Priapswürmer, Spitzwürmer und Igelwürmer

Gliederwürmer · Stummelfüßer, Bärtierchen und Zungenwürmer

Gliederfüßer · Spinnentiere und Verwandte

Krebstiere · Tracheentiere

• Systematische Übersicht • Deutsch/lateinisch-englisch-französisch-russisches Tierwörterbuch • Register

BECHTERMÜNZ